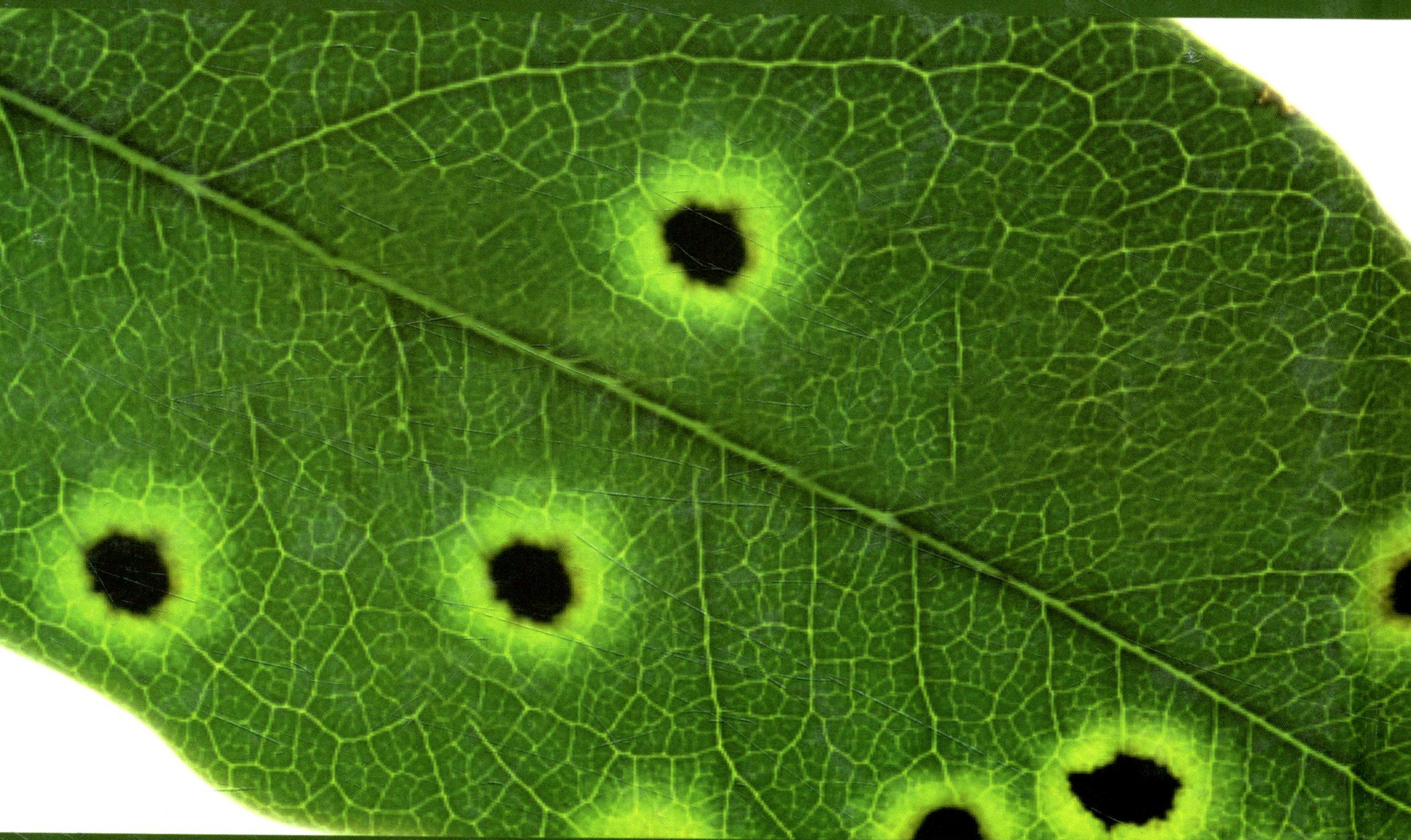
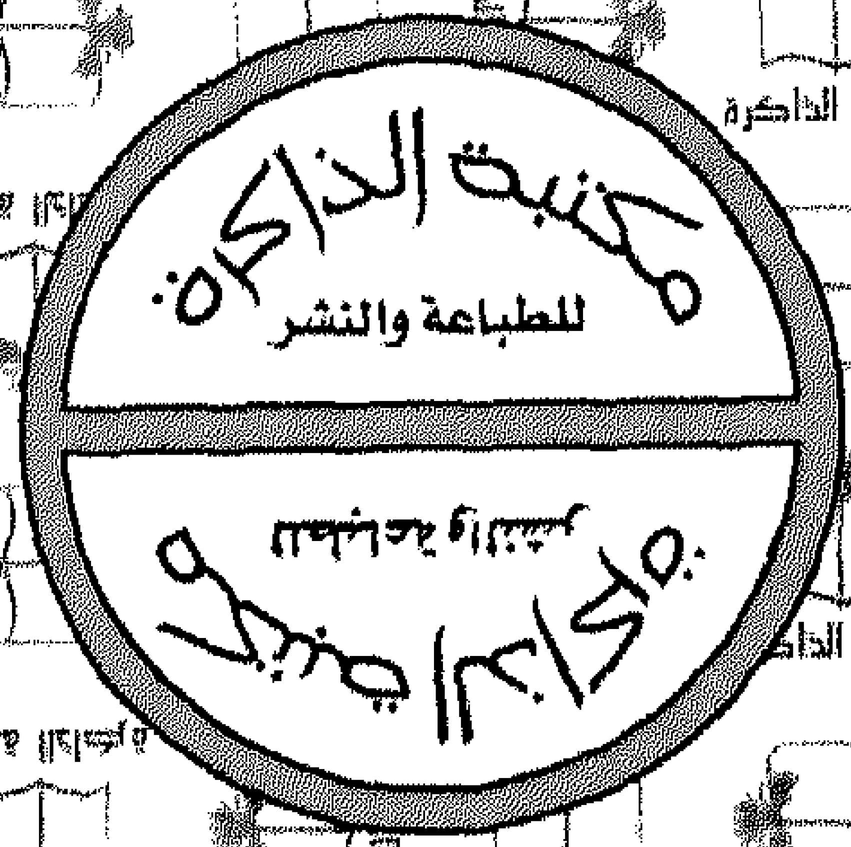
سلسلة أمراض النبات

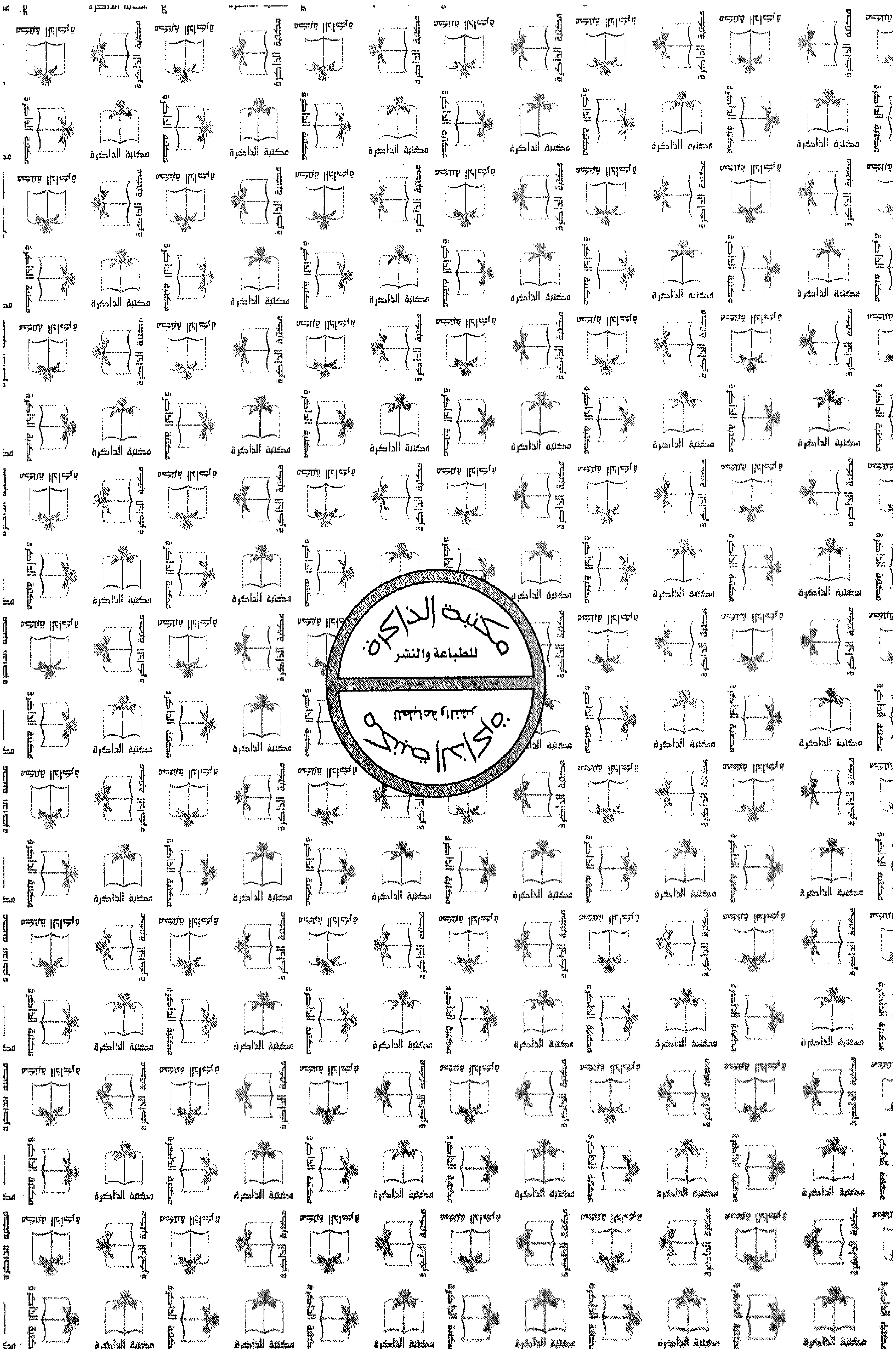
أمراض النبات الفطرية



الدكتور فياض محمد شريف

الذاكرة
للنشر والتوزيع


مكتبة الذاكرة
للطباعة والنشر


مكتبة الذاكرة
للطباعة والنشر

أمراض النبات الفطرية

الكتاب: أمراض النبات الفطرية
المؤلف: فياض محمد شريف
عدد الصفحات: (٤٨٠) صفحة
رقم التصنيف: 632.4
رقم الإيداع لدى دار الكتب والوثائق: 1707 / 2011
الواصفات: / أمراض النبات الفطرية/ / الأمراض المعدية/ / آفات النبات/ / مسببات المرض/ / العدوى/ / المكافحة/

الطبعة الأولى / ٢٠١٢

الناشر



الذاكرة للنشر والتوزيع

العراق: بغداد - الأعظمية بجانب السفارة الهندية.
هاتف: ٤٢٥٩٩٨٧ / ٤٢٥٧٦٢٨ - نقال: ٠٧٨٠٠٧٤٠٧٢٨ / ٠٧٧٠٠٤٨٨٧٨٠
الأردن: عمان - مركز الأردن التجاري - الطابق الثالث.
هاتف: ٥١٥٣٤٦٧ - ٦ - ٩٦٢+ / فاكس: ٥١٥٣٤٧٢ - ٦ - ٩٦٢+
بريد إلكتروني: info@althakerabookshop.com / www.althakerabookshop.com

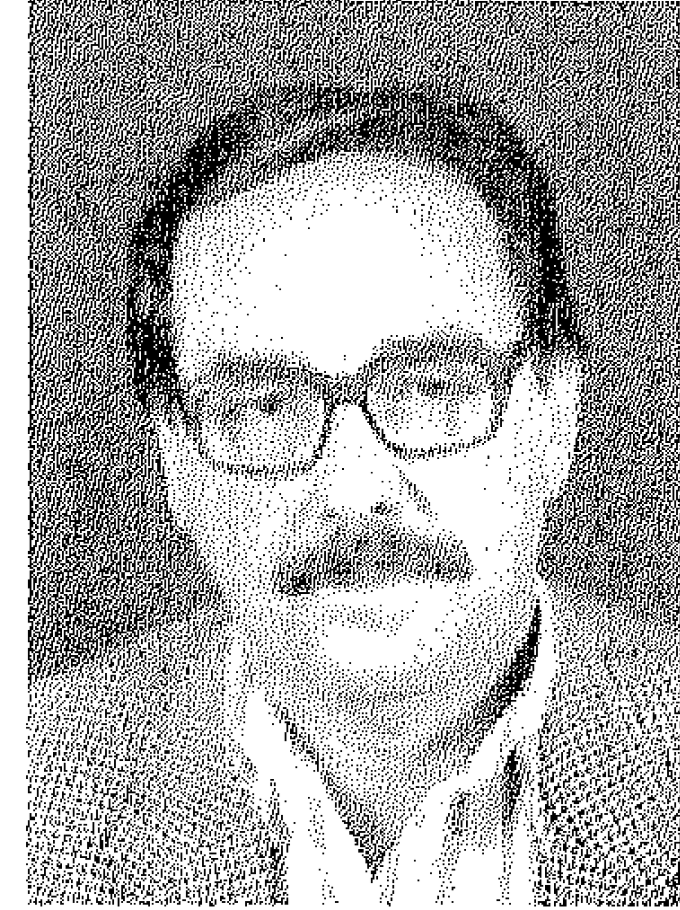
سلسلة أمراض النبات

أمراض النبات الفطرية

الدكتور فياض محمد شريف



الذاكرة
للنشر والتوزيع



الدكتور فياض محمد شريف

- مواليد بعقوبة – العراق، ١٩٤٦
- بكلوريوس كلية العلوم، جامعة بغداد، العراق ١٩٦٨
- دكتوراه أمراض نبات (فطريات)، كلية البيولوجيا، جامعة بوخارست، رومانيا ١٩٧٩
- استاذ مساعد عمل في الجامعات العراقية ومجلس البحث العلمي منذ سنة ١٩٦٨ كما عمل في جامعة المرقب / الخمس ليبيا، حاليا استاذ مساعد في قسم علوم الحياة، كلية العلوم الجامعة المستنصرية، بغداد، العراق.
- نشر العديد من الأبحاث العلمية في المجلات ووقائع المؤتمرات العلمية العراقية والعربية والعالمية وأشرف على العديد من أطاريح الماجستير.
- ترجم عن الإنكليزية الى العربية كتاب علم أمراض النبات تأليف جورج أكريوس الطبعة الثانية سنة ١٩٨٥ وكتاب فسلجة الفطريات تاليف فيرما وبيلكرامي سنة ١٩٨٩.
- ألف سلسلة كتب أساسيات الفطريات : بيئة الفطريات، فسلجة الفطريات، مدخل الى وراثة الفطريات، تصنيف وتقسيم الفطريات، الفطريات الطبية والفطريات المأكولة والفطريات السامة والمخدرة – تحت الطبع (الذاكرة للطباعة والنشر، أكاديميا).
- و سلسلة أمراض النبات : علم أمراض النبات والأسس الجزيئية للإصابة والمقاومة (منشور ٢٠١٢)، وأمراض النبات الفطرية، وأمراض النبات البكتيرية، وأمراض النبات الفايروسية والفايرويدية، وأمراض النبات النيماتودية والحيوانات الإبتدائية، وأمراض النبات المتسببة عن النباتات الطفيلية – تحت الطبع (الذاكرة للطباعة والنشر، أكاديميا).

الأهداء

الى

رائد عبد الستار محمد

خالد عبد الستار محمد

أديسون عبد العزيز سعيد

الفهرس

مقدمة

تمثل الفطريات عالما كبيرا جدا من الأحياء الحقيقية النواة الواطئة تشغل جميع البيئات على الكرة الأرضية. تسهم الفطريات في دورة الكاربون والنتروجين في الطبيعة من خلال انشطتها التحليلية وتوفر مواد غذائية للإنسان والحيوانات من خلال قدرتها على تحويل المركبات العضوية البسيطة الى بروتينات ودهون وسكريات معقدة. وتشترك الفطريات في علاقات تعايشية واسعة مع الطحالب لتكوين الأشنات وجذور النباتات لتكوين المايكورايزا وتتبادل المنفعة مع الحشرات والحيوانات ما يجعلها مساهما فعالا في تشكيل الأنظمة البيئية. من ناحية اخرى تدخل الفطريات في علاقات تنافسية مع الأحياء الدقيقة الأخرى كالبكتريا حيث تنتج المضادات الحيوية وعلاقات تطفلية على الإنسان والحيوان والنبات مسببة امراضا عديدة. ومع أن معظم أنواع الفطريات الذي يزيد الموصوف منها عن 100 الى 200 الفا هي رمية، نافعة أو غير مسببة للإمراض، ثمة حوالي 10 آلاف نوعا تسبب أمراضا على مختلف أنواع النباتات وحوالي 500 نوعا تسبب امراضا على الحيوانات والإنسان. من الواضح أن الفطريات تتصدر المسببات المرضية الأخرى على النبات بينما تتراجع خلف البكتريا والفايروسات والطفيليات على الإنسان والحيوان. هذه الحقيقة تعود الى إمتلاك الإنسان والحيوان لمناعة فعالة ضد الفطريات أكفأ كما يبدو مما تمتلكه النباتات.

تسبب الأمراض الفطرية خسائر كبيرة في إنتاج النبات على مستوى العالم يصل بمعدله الى ما يزيد عن 12 ٪. وتسهم الفطريات مع المسببات المرضية الأخرى في تشكيل التنوع الأحيائي للنباتات والأحياء الأخرى من خلال إجبارها على خوض (سباق تسلح)

للدفاع عن نفسها وتحوير تركيبها وفسلجتها وتركيبها الجيني لتجاري التهديد المتواصل للفطريات الممرضة، وكذلك تسبيبها لإنقراض أنواع بأكملها.

تتراوح الأضرار التي تسببها الفطريات على النباتات المصابة بين الطفيفة غير المنظورة الى موت النبات والخسارة الكاملة للمحصول. تصيب الأمراض الفطرية المختلفة جميع أعضاء النبات وفي مراحل نموه المختلفة بدءا من البذور أو البادرات أو النباتات البالغة ويمكن أن يكون مقتصرا على اعضاء معينة كالجذور أو السيقان أو الأوراق أو الازهار او الثمار أو يكون بشكل إصابة جهازية شاملة. المرض النباتي قد يبدأ في المشتل أو في الحقل أو أثناء خزن المنتوج في المخازن أو البيوت. المرض الفطري على النبات يمكن أن يكون محدود الإنتشار بشكل بؤر معزولة من نباتات مصابة في الحقل أو ينتشر في حقول كاملة أو بشكل أوبئة تجتاح حقول منطقة أو أقليم أو حتى بلدان عدة ويمكن أن تنتقل عبر القارات.

تحصل الأمراض الفطرية نتيجة تطفل الفطريات على النبات وإستغلالها لموارده الغذائية وقتل الخلايا والأنسجة وتعطيل العمليات الفسلجية بواسطة السموم والإنزيمات وحرف نموه بواسطة الهرمونات وكذلك عمل العديد من المركبات الضارة الأخرى. الفطريات الممرضة للنبات تعود الى جميع شعب الفطريات، إلا أنها تعود في الغالب الى الفطريات الكيسية والبازيدية بما فيها الفطريات الناقصة.

في هذا الكتاب تم إستعراض العديد من الأمراض المهمة ذات الإنتشار الواسع على النباتات والمتسببة عن أنواع مختلفة من الفطريات. تم عرض أمراض النبات الفطرية على أساس المجاميع التصنيفية التي تعود اليها المسببات المرضية كونها متقاربة وراثيا ويمكن أن تشترك في آليات الإصابة وكذلك طبيعة الأمراض التي تسببها حيث تظهر أعراضا متشابهة ويمكن أن تخضع لطرق مكافحة متقاربة.

في تأليف هذا الكتاب تم إعتماد المراجع الأصلية المتمثلة بالأبحاث والتقارير المنشورة في مجلات أو مؤتمرات أو تلك الصادرة عن الجامعات أو مراكز البحوث المعروفة

بالإضافة الى الكتب المتخصصة بالأمراض الفطرية. لا يهدف الكتاب الى تزويد الطالب او القاريء العربي بالمعلومات الأساسية عن الأمراض الفطرية فحسب وإنما توفير الموارد البحثية الحديثة التي يمكن الإنطلاق منها للحصول على مزيد من المعلومات التي تمكن من البحث العلمي.

د. فياض محمد شريف

الفصل الأول Chapter 1

حياتية الفطريات *Biology of Fungi*

الفطريات كائنات حية حقيقية النواة، هوائية في الغالب ذات وجود واسع جدا حيث يندر ان يوجد مكان في الطبيعة خال من الفطريات او تراكيبها التكاثرية. وللفطريات أدوار مهمة في البيئة فهي من اهم المحللات للمواد العضوية الحيوانية والنباتية وغيرها. تدخل الفطريات في علاقات تعايشية مع جميع انواع الأحياء تقريبا خصوصا النباتات التي تتعايش معها بشكل فطريات جذور (مايكورايزا Mycorhiza) أو مستنبتات (Endophytes) في الأوراق والسيقان او البذور أو منابتات (Epiphytes) على سطوح الأوراق أو السيقان أو البذور الخ. تتعايش الفطريات مع الطحالب لتكون الأشنات (Lichens) ذات الأهمية البيئية المعروفة. وتتعايش الفطريات بدرجات مختلفة مع العديد من انواع المفصليات والحشرات والحيوانات المجترة وغيرها. للفطريات منافع عديدة فهي تساعد الإنسان في صنع غذائه الأساسي الخبز والخل وانواع فاخرة من الأجبان وتوفر مادة غذائية بروتينية تتمثل باجسمها الثمرية كالكمأة والعرهون (المشروم Mushroom).

اسهمت الفطريات في تحسين صحة الإنسان فهي من انتج أول مضاد حيوي هو البنسيلين وغيره من المضادات الحيوية والعديد من المواد الصيدلانية المتميزة. كما اسهمت الفطريات في تسهيل تطور العلوم البيولوجية خصوصا علوم الوراثة والخلية والتقنية الحيوية والهندسة الوراثية حيث استخدم ويستخدم العديد من انواعها كنماذج حية للدراسة أو كأحياء منتجة أو معبرة عن جينات منقولة اليها من أحياء أخرى

(Gurkan & Ellar،2005 ; Deacon،2005a). من ناحية اخرى كانت الفطريات ولازالت من مسببات المجاعة وتسبب خسائر إقتصادية كبيرة جدا من خلال إتلافها للمنتجات الزراعية وتسبيبها للأمراض على النباتات حيث تشكل ما نسبته 70 ٪ من أمراض النبات. وتسبب الفطريات الممرضة للنبات خسائر سنوية تقدر بخمس الإنتاج العالمي من المحاصيل الزراعية أو 5 – 10 ٪ في البلدان المتطورة و40 – 50 ٪ في البلدان النامية على الرغم من المبالغ المصروفة على المكافحة وجهود برامج التربية والتحسين. وللفطريات تاثيرات ضارة على صحة الإنسان من خلال إنتاجها للسموم وأمراض الحساسية والجلدية وغيرها(Agrios،1997 ; Bowyer ، 1999).

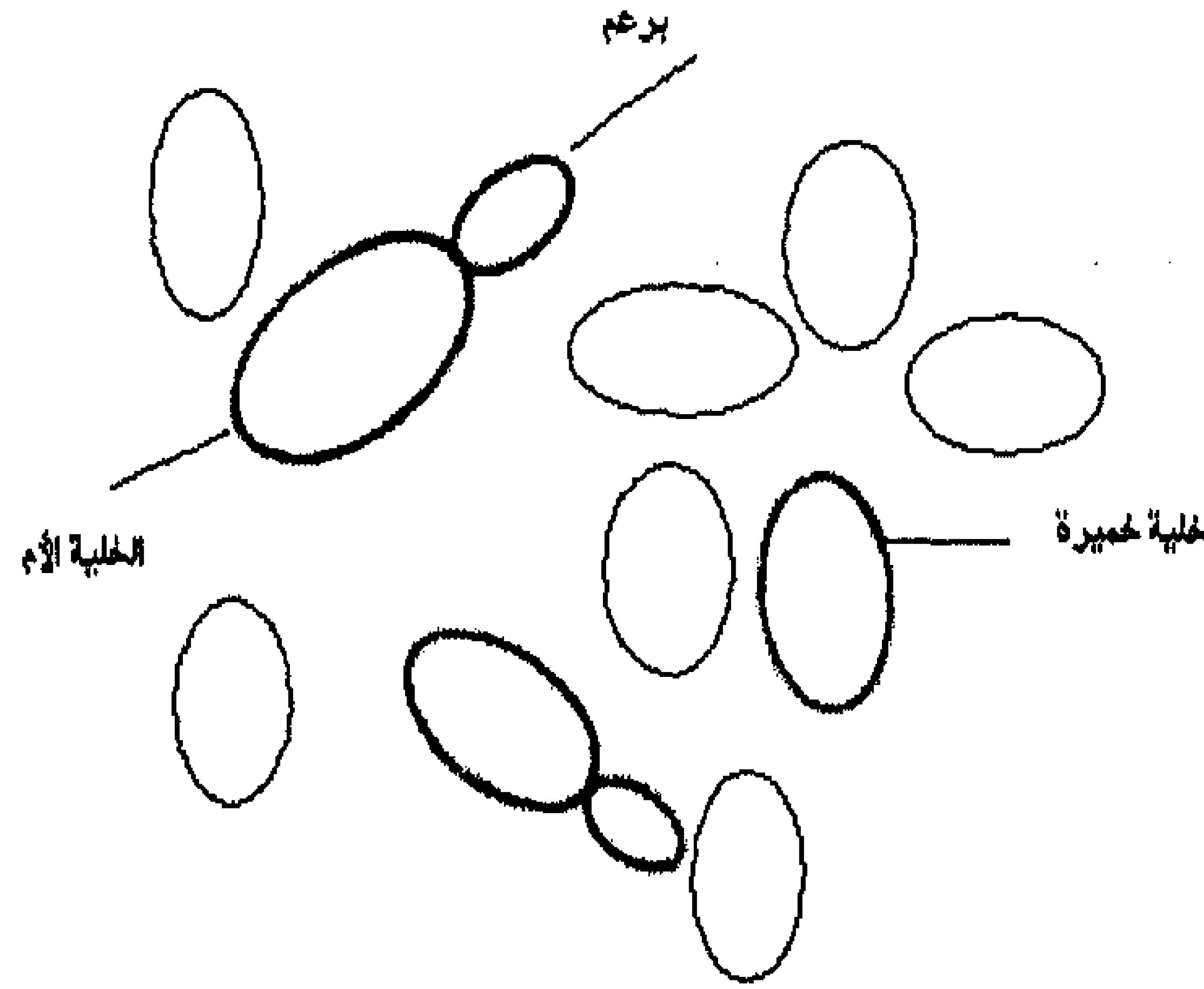
تشير الدراسات الى أن عدد أنواع الفطريات الموصوفة حوالي 250 ألف نوعا منها حوالي 10 آلاف نوعا تسبب أمراضا في النباتات و300– 500نوعا تسبب أمراضا في الإنسان والحيوان. النوع الواحد يمكن ان يصيب نوع نباتي واحد او اكثر وجميع انواع النباتات يمكن ان تصاب بأنواع معينة من الفطريات. حسب (University of Georgia،2010a) عدد أنواع الفطريات الممرضة للنبات الأكثر إنشارا في الولايات المتحدة يبلغ 978 نوعا.

التراكيب الجسمية للفطريات

Somatic Structures of Fungi

تتميز الفطريات عن الأحياء الأخرى بتركيبها الجسمي الذي يكون في الغالب خيطيا (Filamentous) متفرعا فهو مكون من خيوط فطرية (Hyphae) تتالف بدورها من جدار قوي غير حي يحيط بالبروتوبلازم وهو الجزء الحي الذي يتكون من السايتوبلازم وهو خليط غروي شبه سائل متحرك يضم عضيات الخلية المختلفة والنواة أو النوى ويكون محاطا بغشاء الخلية الحي. الخيط الفطري عرضه محدد ويتراوح بين 2 – 30 مكم أو أكثر لكنه في المتوسط يكون بحدود 5 – 10 مكم ويعتمد ذلك على نوع الفطر والظروف البيئية التي ينمو فيها. مجموع الخيوط الفطرية يشكل جسم الفطر الذي يعرف بالغزل

الفطري (Mycelium). لقد درج على تسمية الفطريات الخيطية بالأعفان (Moulds) تمييزا لها عن مجموعة صغيرة لكنها مهمة من الفطريات وهي الخمائر (Yeasts) جسمها يتالف من خلايا مفردة وتشترك تركيبيا ووظيفيا في العديد من الخصائص مع الفطريات الخيطية. خلايا الخميرة تكون كبيرة مقارنة بخلايا البكتريا حيث يكون قطرها بحدود 3 – 20 مكم بينما خلايا البكتريا بحدود 0.1 – 0.2 مكم(Davis ، 2001). خلايا الخميرة تتكاثر خضريا بالتبرعم حيث ينشأ البرعم كنتوء صغير من الخلية الأم يكبر لينفصل الى خلية مستقلة (شكل 1.1). في بعض أنواع الخمائر أو تحت ظروف بيئية معينة قد لا يتم إنفصال البراعم فتتكون سلاسل من خلايا الخميرة تسمى خيوط فطرية كاذبة (Pseudohyphae) كما في الفطر الممرض للإنسان *Candida albicans*.

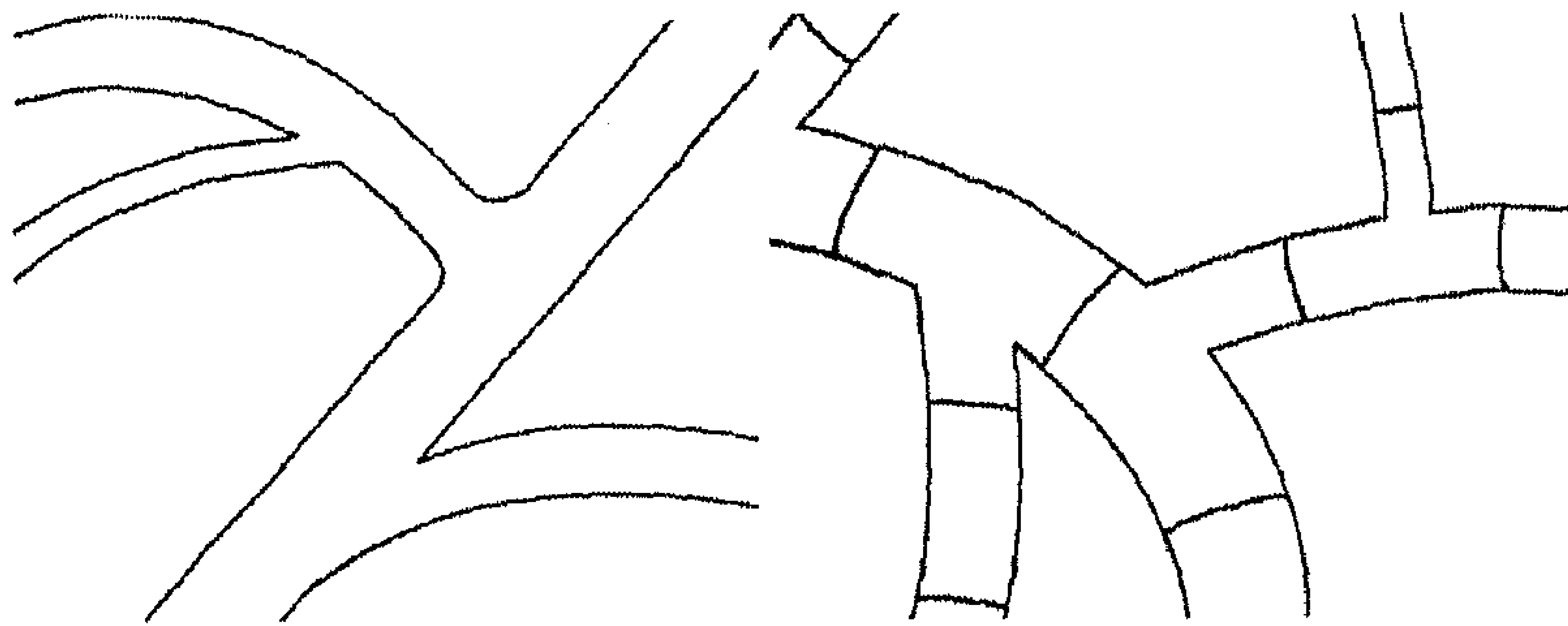


شكل 1.1: رسم تخطيطي لخلايا الخميرة

ثمة ظاهرة تحصل مع الفطريات الممرضة تسمى حالة ثنائية المظهر (Dimorphism) يكون فيها نمو الفطر خيطيا تحت ظروف بيئية معينة (في الطبيعة خارج الجسم الحي عادة) وخميريا تحت ظروف بيئية اخرى (داخل جسم العائل). في هذه الحالة يتمكن الفطر من الإستفادة من مزايا كلا الشكلين من النمو. الشكل الخيطي يكون أكثر مقدرة في الحصول على المواد الغذائية بتفرعه وتمدد خيوطه الفطرية الى مناطق جديدة غير مستنفذة وإمتلاكه للإنزيمات المحللة الخارجية ويمكنه تسليط قوة ميكانيكية تستخدم

في إختراق الأنسجة بأطراف الخيوط الفطرية لكنه يكون أقل قدرة على الإنتقال ضمن الأنسجة. أما الخميرة فإنها تكون أسرع نموا داخل الأوساط الغذائية البسيطة أو المتحللة وأكثر قدرة على التغلغل داخل الأنسجة إلا أن نموها خارج الجسم الحي يكون محدودا جدا.

في الخيوط الفطرية للأنواع الأقل تطورا يكون البرتوبلازم متصلا في جميع اجزاء الغزل الفطري الذي يسمى في هذه الحالة مدمج خلوي (Coenocytic Mycelium) أو غير مقسم (Asepate or Non Septate) أي لا يتمايز الغزل الفطري في هذه الحالة الى خلايا مستقلة. أما في معظم الفطريات الأخرى فتكون الخيوط الفطرية مقسمة (Septate) بحواجز (Septa) وهي تراكيب جدارية عرضية تقسم الغزل الفطري الذي يسمى في هذه الحالة مقسما (Septate Mycelium) الى حجر مجهرية او خلايا (شكل 1.2) لكنها غير مفصولة تماما في معظم الحالات إذ أن الحاجز يحتوي عادة على فتحة او فتحات مركزية تسمح بتواصل سايتوبلازم الخلايا المتجاورة وعبور عضيات الخلية فيما بينها.



شكل 1.2: رسم تخطيطي للخيوط الفطرية المقسمة(يمين) وغير المقسمة(يسار)

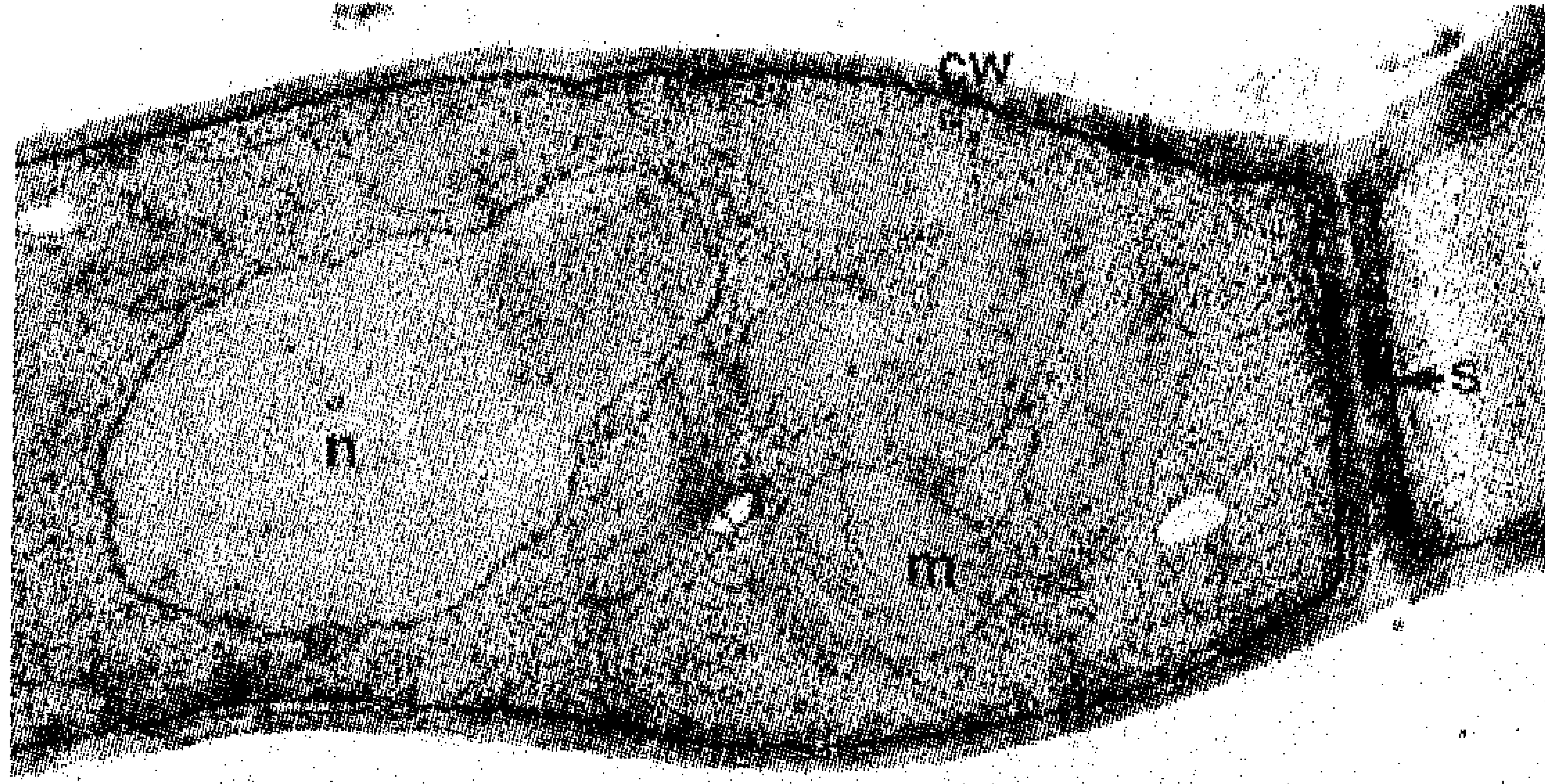
الخيوط الفطرية يمكن ان تكون شفافة أو ملونة بين الصفراء الى البنية الى السوداء إذا أحتوى جدارها على صبغات الميلانين بنسب متزايدة.

ثمة خيوط فطرية تنمو داخل البيئة أو الوسط الذي ينمو عليه الفطر وتسمى خيوط

فطرية مغمورة (Submerged Hyphae) تقوم هذه الخيوط الفطرية بعملية إمتصاص الماء والمواد الغذائية الذائبة فيه. من هذه الخيوط الفطرية تخرج بإتجاه الهواء نحو الأعلى خيوط فطرية هوائية (Aerial Hyphae) بعضها يتطور الى حوامل بوغية.

الخلية الفطرية (Fungal Cell)

في الفطريات الخيطية تتمثل الخلية الجسمية بتركيب إنبوبي الشكل طوله حوالي 10 مكم وعرضه 3 مكم تحاط بجدار صلب وتضم البروتوبلازم المؤلف من السايتوبلازم والنواة. لكن من الشائع أن تحتوي الخلية الفطرية على أكثر من نواة واحدة (شكل 1.3).



شكل 1.3: مقطع عرضي في خيط فطري يظهر بعض التراكيب الفطرية تحت المجهر الألكتروني. CW= جدار الخلية؛ S= الحاجز؛ n= النواة ؛ m= الميتاكوندريا عن: (Hamlyn،P.F.،1999 North West Fungus Group) http: / /fungus.org.uk /nwfg /hyphem.htm

جدار الخلية (Cell Wall)

جدار الخلية الفطرية يكون قويا من اجل تحقيق ضغط إمتلاء كافي يستخدم في توفير الحجم الخلوي المناسب ولتثبيت عضيات الخلية في اماكن معينة كي تتمكن من إداء وظائفها ودوره الفعال في موازنة الجهد الأزموزي مع البيئة المتغيرة إضافة الى حماية محتويات الخلية الرقيقة. ويتطلب عمل الجدار إمتلاكه لمرونة كبيرة تمكن من تغير حجم

الخلية خلال مراحل النمو المختلفة. كما ان لجدار الخلية اهمية كبيرة في عملية النمو حيث يتم بناء الجدار بتناغم مع تكوين مواد الخلية المختلفة. كما تحتوي سطوح الجدار الخارجية على الإنزيمات المحللة خصوصا في اطراف الخيوط الفطرية. إن هذه المواصفات المختلفة تتطلب سيطرة وتنظيم تتماشى مع دورة الخلية (Cell Cycle) (Cabib *et al.* 2001؛ Herrera *et al.*، 2004).

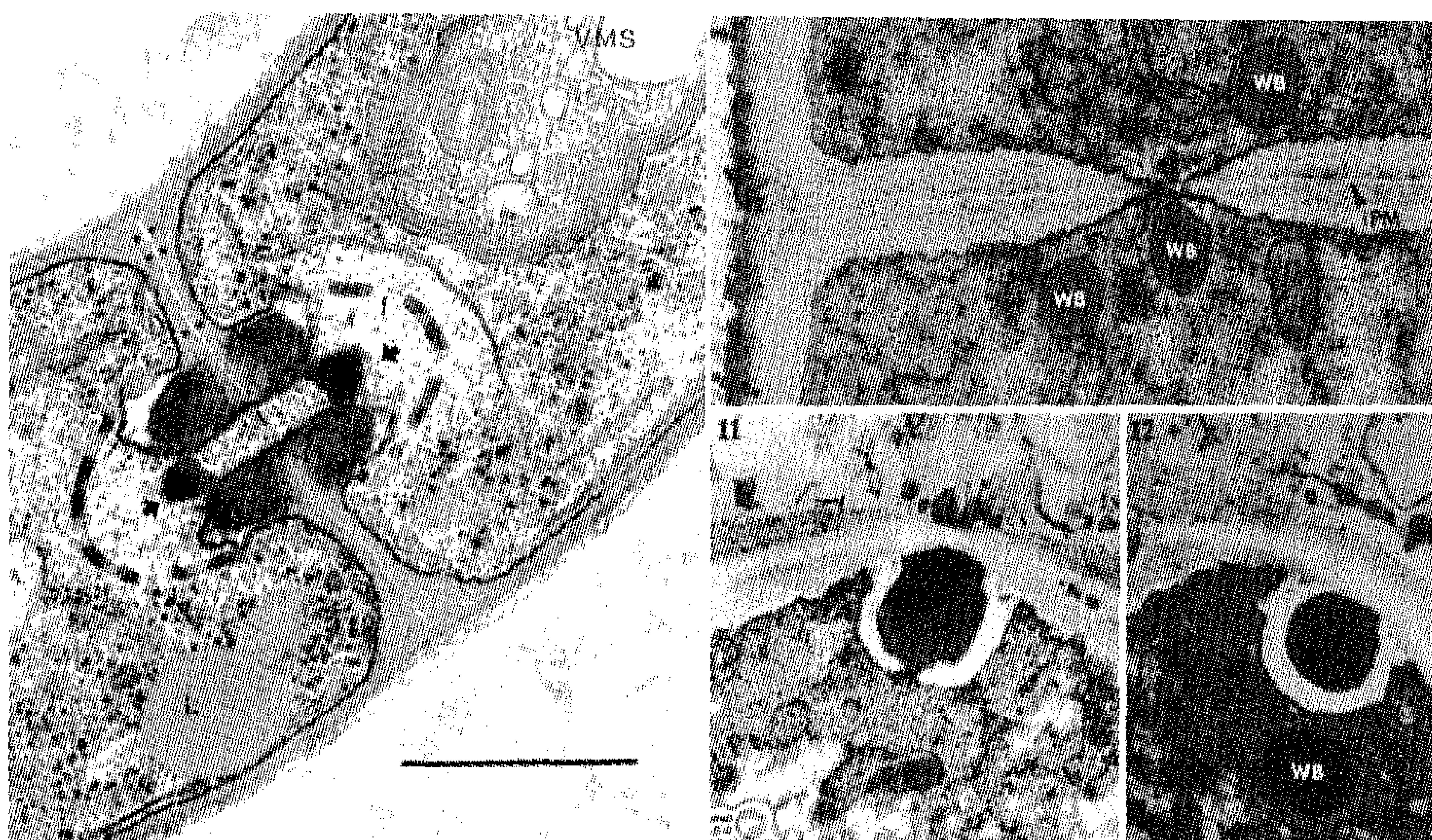
بتبسيط كبير يتالف جدار الخلية الفطرية من الكايتين (Chitin) وهو بوليمر لجزيئات N-acetyl-glucosamin تكون في سلاسل خطية ومتفرعة وسلاسل من جزيئات السليلوز لتشكل شبكة مطمورة في مواد مالئة غير متبلورة تتالف من بوليمرات الكلوكان (Glucan) المرتبطة باواصر β-1،3 أو β-1،6 والكيتوزان (Chitosan) وبوليمر جزيئات المانان (Manan) مرتبطة بأواصر β-1،6 مرتبطة بدورها بجزيئات بروتين إضافة الى بعض الدهون. لكن هذه المواد توجد بتشكيلات تكون ثابتة تقريبا للمجموعة التصنيفية الواحدة وهكذا فإن تركيب الجدار يعكس بحدود معينة الروابط التطورية للفطريات (Zlotnik *et al.* 1984). إن وجود الكايتين في جدار الخلية الفطرية بمثابة هوية الإنتماء الى الفطريات الحقيقية. تحتوي جدران الفطريات الحقيقية عدا الفطريات الكتريدية على بروتينات تسمى Hydrophobins تشكل 10 ٪ من بروتينات الجدار وتكون على نوعين: مجموعة Hydrophobins I ومجموعة Hydrophobins II إعتماداً على درجة ذوبانها وكراهيتها للماء فهي تحتوي على مجال محب للماء (Hydrophilic) وآخر كاره للماء (Hydrophobic). لهذه الجزيئات أهمية وظيفية كبيرة في تحديد القدرة على الإتصال بالسطوح (الهواء، الماء، سطح العائل) والإتحاد مع الخيوط الفطرية الأخرى وغيرها(، Wösten، 2001؛ 2004aSOBSTDU). لبعض السكريات المتعددة FISS المستخلصة بالقاعدة والذائبة في الماء لجدار الخلية الفطرية وغيرها من البروتينات السكرية أهمية مستضدية تساعد في تشخيص الفطريات ويكون لها دور في الأمراضية(، Prieto *et al.* 2004 ; Sentandreu *et al.*، 2004).

الحاجز(Septum)

ينشأ الحاجز نتيجة نمو جدار الخيط الفطري نحو المركز. في بعض الأنواع يستمر نمو الحاجز ليصبح صفيحة تامة تفصل جزئي الخيط الفطري. في أنواع أخرى لا يكتمل تكوين الحاجز تاركا فتحة في المركز والتي يمكن ان تغلق. يمكن ان لا يتكوّن الحاجز على مسافات منتظمة من طول الخيط الفطري لكن في الفطريات الكيسية والبازيدية يكون ذلك على مسافات منتظمة.

يقوم الحاجز بتقسيم الخيط الفطري الى خلايا متجاورة وفي الأنواع التي يكون فيها الحاجز يحتوي على فتحة يمكن أن يكون سايتوبلازم الخلايا المتجاورة على إتصال كما يمكن لعضيات الخلية بما فيها النواة العبور من خلال فتحة الحاجز. ثمة انواع من الحواجز اهمها الحاجز البسيط الي يحتوي على فتحة مركزية تسمح بعبور عضيات الخلية وينتشر في الفطريات الكيسية والناقصة والحاجز الدلبوري (Dolipore Septum) وهو تركيب معقد يتضمن وجود الفتحة المركزية التي تحاط بحواف منتفخة للحاجز والبارنثيسوم (Parenthesome) الذي هو غشاء مزدوج قبي الشكل يعتقد أنه جزء محور من الشبكة البلازمية الداخلية يغطي الإنتفاخ الدلبوري والفتحة المركزية ليكون غطاءاً لها (شكل 1.4). إن فتحات البارنثيسوم تسمح بعبور العضيات الصغيرة لكنها تعيق عبور العضيات الكبيرة مثل النواة. ينتشر هذا النوع من الحواجز في الفطريات البازيدية.

وجود الحاجز يقوي الخيط الفطري بتوفيره دعامات عرضية كما أنه ينفع في عزل الأجزاء المتضررة من الخيط الفطري من خلال غلقه بواسطة اجسام ورونين (Woronin Granules) كما يساعد غلق الحاجز على تخصص الخلايا المعزولة. في الخمائر الكيسية يقوم الحاجز بالمساعدة على فصل البرعم حيث يترك مكانه أثرا لا تتكون براعم اخرى منه(Alexopoulos، 1996 ; Kües ، 2000 ; Cole ، 1986).



شكل 1.4: مقاطع رقيقة لحواجز أحادية الفتحة للفطر *Drechslera sorokiniana*

تظهر تميز الجدار والفتحة تظهر الفتحة المركزية (10) وغلق فتحة الحاجز في (11 و12)، IPM =مادة بينية للحاجز، = WB جسم Woronin. الصور X 48 000 و X 48 000 و X 46 000 على التوالي.(يمين) و: صورة بالمجهر الألكتروني تظهر الحاجز الدلبوري بين خليتين متجاورتين للخيط الفطري للفطر *Agaricus bisporus*. يتألف من غشاء مثقب وسدادتين (السهام) على جانبي الغشاء لغلقه، الخط = 2 مكم

عن:(Cole ، 1986) و(Umar،1997)

http: / /rds.yahoo.com /_ylt=A9gnMiT5AKIEJL0A.lajzbkF;_yl u=X3oDMTA4NDgyNWN0BHNlYwNwcm9m /SIG=12ciuh1fo / EXP=1152012921 /**http'/.3a / /www.microscopy-uk.net /mag / artdec00 /fixation2.html

غشاء الخلية: (Cell Membrane)

غشاء الخلية هو التركيب الحيوي الذي يحيط بالسايتوبلازم وينظم دخول وخروج الجزيئات المختلفة من والى داخل الخلية. يشابه تركيب الغشاء الخلوي نظيراته في الأحياء الحقيقية النواة الأخرى فهو مكون من طبقتين من الدهون وطبقة وسطى من البروتينات لكنه يتميز عنها كون الكوليسترول (Cholesterol) الموجود في اغشية الأحياء الأخرى

يستبدل في الفطريات (عدا الفطريات الكتريدية والفطريات البيضية) بالأركسترول (Ergosterol) والزايموسترول (Zymosterol).(Robson ، 1999).

السايتوبلازم (Cytoplasm)

يتالف هيكل السايتوبلازم من الأنيبيبات الدقيقة (Microtubules) والخيوط الدقيقة (Microfilaments). تتكون الأنيبيبات الدقيقة في الفطريات من جزيئات البروتين تيوبيولين (Tubulin) وهذه الجزيئات بدورها مؤلفة من ثنائيات (Dimers) بروتينية. الأنيبيبات الدقيقة عبارة عن إسطوانات دقيقة مجوفة قطرها 25 نانومتر كجزء من مكونات أكبر في السايتوبلازم تلعب دورا مهما في حركة عضيات الخلية كالكروموسومات والنوى وحويصلات كولجي. كما أن الأنيبيبات الدقيقة مكون أساس للخيوط المغزلية التي تحرك الكروموسومات أثناء إنقسام الخلية.

الشبكة البلازمية الداخلية (Endoplasmic Reticulum) تكون اقل كمية في الفطريات منها في خلايا النباتات والحيوانات الراقية. إنها تمثل إمتدادات لغلاف النواة وهي لا تتصل بغشاء الخلية وتكون من نوع الشبكة البلازمية الملساء (Smooth Endoplasmic Reticulum) حيث لا توجد عليها رايبوسومات كما في الشبكة البلازمية الخشنة (Rough Endoplasmic Reticulum) التي توجد في الأحياء الحقيقية النواة الأخرى لكنها يمكن أن تكون نشطة ومن النوع الخشن في الخلايا النشطة أيضيا كما في الخلايا الطرفية من الخيط الفطري. الشبكة البلازمية الداخلية في الفطريات تكون بشكل صفائح وليست إنبوبية عادة ويمكن أن تكون حويصلات معزولة نتيجة إنفصال أجزاء معينة من أغشيتها وهذه الحويصلات يمكن ان تقوم بوظيفة نقل بعض المواد (Landecker ، 1982).

الميتاكوندريا (Mitochondria)

الميتاكوندريا هي العضيات التي تحتوي على إنزيمات التنفس الهوائي وتكون مصدرا رئيسا لجزيئات(Adenosine Triphosphate (ATP. تحتوي الخلية الفطرية على العديد من الميتاكوندريا. في أطراف الخيوط الفطرية حيث النشاط الأيضي العالي تكون

الميتاكوندريا كروية الشكل بينما في الخلايا القديمة تكون متطاولة أو مفصصة. تحتوي الميتاكوندريا على رايبوسومات وDNA خاص بها.

أجسام كولجي (Golgi Bodies)

اجسام كولجي ترتبط بتخليق الكاربوهيدرات وتجهيز مواد الجدار. في الفطريات الحقيقية تكون اجسام كولجي بسيطة التركيب تتالف من تركيب كيسي مفرد وليس من مجموعة اكياس وحوصلات كما في الأحياء الحقيقية النواة الأخرى.

الفجوات (Vacuoles)

وهي تراكيب محاطة بغشاء مفرد يمكن أن تحتوي على إنزيمات ومواد دهنية وكاربوهيدراتية مخزونة وفوسفات متعددة وسموم وتقوم بأدوار مهمة في حفظ التوازن الأزموزي والـ pH. في أطراف الخيوط الفطرية تكون الفجوات صغيرة حبيبية ويمكن أن تكون جزءا من الأجسام المحللة (Lysosomes). لكن في الخيوط الفطرية القديمة تكون واسعة وقد تشغل معظم حجم الخلية حيث ينحسر السايتوبلازم ليشكل بطانة لغشاء الخلية.

النواة (Nucleus)

تحتوي الخلية الفطرية على نواة واحدة او اكثر. تتميز نوى الخلايا الفطرية بصغر حجمها فهي تكون بقطر 1 – 3 مكم مقارنة بحجوم النوى في الأحياء الحقيقية النواة الأخرى التي تبلغ أقطارها 3 – 10 مكم. النواة كروية إلى بيضوية الشكل، ومرنة جداً بحيث تتمكن من العبور من خلال فتحات الحواجز العرضية وكذلك الفتحات الضيقة التي تنشأ في البروزات حيث تتكون الأبواغ أو خلال الإنتقال الى إنبوب الإنبات في البوغ النابت (SOBSTDU،2004).

الكروموسومات الفطرية تكون صغيرة أيضا تصعب رؤيتها أو عدها بدقة إلا بطرق معينة مثل الترحيل الكهربائي النابض المجال(:Pulsed-Field Gel Electrophoresis

PFGE) التي تعتمد على إصدار نبضات من المجال الكهربائي تؤدي الى تحريك الكروموسومات بسرع مختلفة تتناسب مع حجمها وشكلها وبالتالي إظهارها على شكل حزم متتالية تتوضح بصبغها بمادة Ethidium Bromide وتعريضها للأشعة فوق البنفسجية. النوية مركزية الموقع يمكن ان تبقى خلال الإنقسام وتعاني الإنشطار أو أن تختفي أو تطرح خارج النواة الى السايتوبلازم. تم التعرف على عضيات مصاحبة للنواة تسمى أجسام القطب المغزليSPBs) Spindle Pole Bodies) وهي تراكيب سايتوبلازمية كثيفة الإلكترون مجاورة لغلاف النواة في الفطريات الحقيقية لها دور مشابه لدور الأجسام المركزية (Centriols) في تكوين الخيوط المغزلية (Alexopoulos *et al.*،1996).

الرايبوسومات (Ribosomes)

في الفطريات تتميز رايبوسومات السايتوبلازم (55 ٪ RNA و45 ٪ بروتين) عن رايبوسومات الميتاكوندريا. في السايتوبلازم توجد الرايبوسومات حرة في سائل الخلية (Cytosol) أو تكون مرتبطة على الشبكة البلازمية الداخلية والغلاف النووي. توجد RNA الرايبوسوم السايتوبلازمي على 4 أشكال هي 25s و18s و5.8s و5s

(sيعني معامل الترسيب). تتشابه الفطريات المختلفة في الوزن الجزيئي لـ s 18RNA لكن الفطريات الحقيقية تختلف في الوزن الجزيئي لـ 25s RNA عن الفطريات ذات الجدار السليلوزي والفطريات الهلامية (فطريات غير حقيقية).

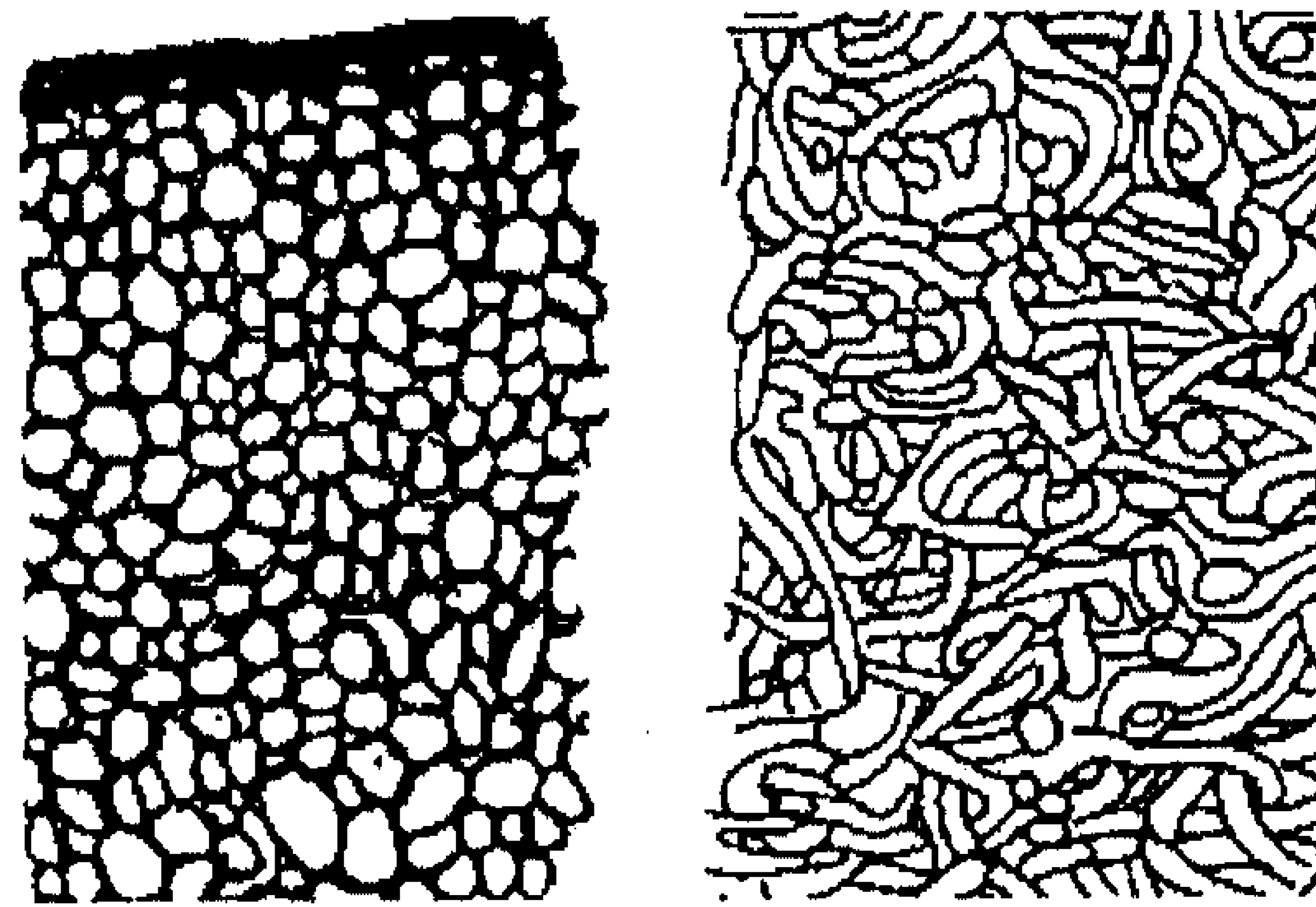
يتألف الرايبوسوم من وحدتين رئيستين هما 60s و39s. تحتوي وحدة 60s على RNA25s وs18RNA وs5.8RNA وs5RNA و39 الى 41 نوعا من البروتينات. أما وحدة 39s فتتكون من s18RNA و30 نوعا من البروتينات علماً أن بعض البروتينات تتمثل بجزيئة واحدة بينها 7 منها توجد بنسخ متكررة.

يحتوي سايتوبلازم الخلية الفطرية على عضيات اخرى مثل الأجسام العديدة الحويصلات(Multivesicular Bodies (MVBs غير المعروفة الوظيفة وهي شبيهة بالفجوات المحتوية على العديد من الفجوات الصغيرة، تنتشر في السايتوبلازم وتتجمع

حول أجسام القطب المغزلي (SPBs) للنوى التي تعاني إنقسام. وتوجد الأجسام الخيطية (Filasomes) وهي حويصلات دقيقة مغلفة بمواد خيطية كثيفة تحتوي على بروتين الأكتين (Actin). تكثر هذه التراكيب في طرف الخيط الفطري قرب غشاء الخلية وكذلك بالقرب من الحواجز العرضية النامية.

الأنسجة الفطرية (Fungal Tissues)

عموما تفتقد الفطريات للأنسجة التي هي مجموعة أو مجاميع من الخلايا المتشابهة تركيبا تؤدي وظيفة أو وظائف مشتركة كما في الحيوانات والنباتات. لكن بعض الفطريات تكوّن تراكيب جسمية أو تكاثرية تتألف من تجمع للخيوط الفطرية أصطلح على تسميتها مجازا بالأنسجة الفطرية Plectenchyma. يعرف نوعين من هذه الأنسجة: النسيج البروسينكيمي (Prosenchyma) الذي يتكون من تجمع طولي سائب للخيوط الفطرية بحيث يمكن تمييز الخيوط الفطرية المفردة عند فحصها تحت المجهر. والنسيج البرنكيمي الكاذب (Pseudoparenchyma) الذي يتألف من تجمع مكثف للخيوط الفطرية المتشابكة تشكل ما يشبه النسيج البرنكيمي في النبات ولا يمكن التعرف فيه على الخيوط الفطرية المفردة (شكل 1.5).



شكل **1.5**: رسم تخطيطي للنسيج البروسينكيمي (يمين) والنسيج البرنكيمي الكاذب (يسار)

عن:

http: / /www.zhku.edu.cn /party /zwblx /gif.5-2nd/.20cha /images /2.1.pic /2

الحشية الفطرية (Stroma)

و هي تراكيب لحمية طرية او جلدية او خشبية او كاربونية صلبة تكوّن بعض الأنواع من الفطريات الكيسية والبازيدية تراكيبها التكاثرية فيها. تتألف الحشية الفطرية من الأنسجة الفطرية البروسينكيمية والبرنكيمية الكاذبة وتتخذ مختلف الأشكال والأحجام والألوان.

الأجسام الحجرية (Sclerotia)

و هي تراكيب جسمية مقاومة لظروف الجفاف ودرجات الحرارة غير المناسبة تكونها بعض انواع الفطريات. عند توفر الظروف البيئية الملائمة ينبت الجسم الحجري ليعطي خيوطا فطرية او تراكيب ثمرية تنتج أبواغ وفي النهاية غزولا فطرية. الأجسام الحجرية تختلف في الحجم بين المجهرية والصغيرة والكبيرة وشكلها كروي او متطاول او غير منتظم ولونها يبدأ أبيض ثم يصفر ويتحول الى البني او الأسود.

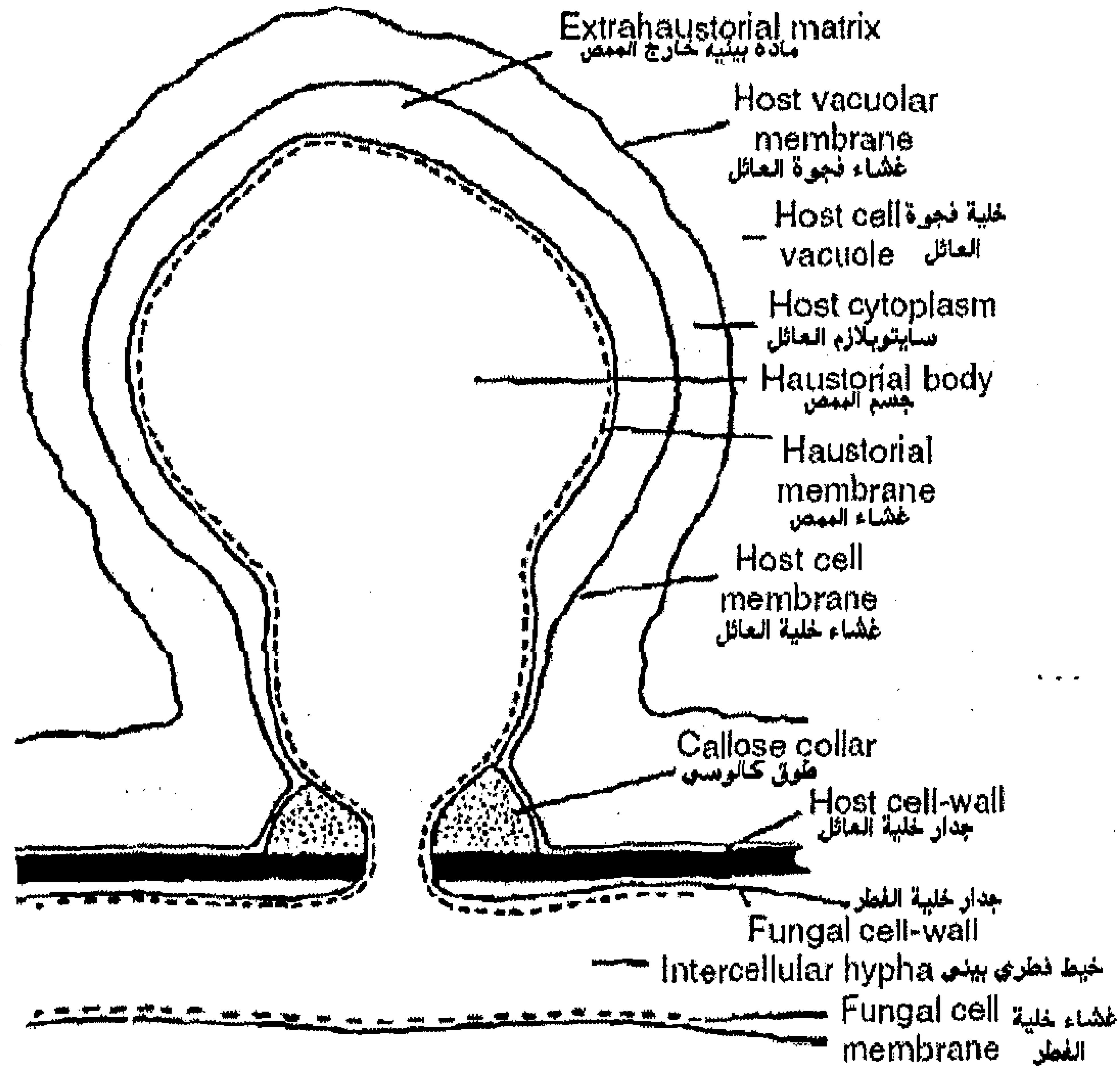
الشكل جذر (Rhizomorph)

تركيب إنبوبي الشكل ينشأ نتيجة تجمع طولي للخيوط الفطرية ويمتد على مسافات واسعة تنتجه بعض الفطريات البازيدية وفطريات المايكورايزا الخارجية من إجل إمتصاص الماء والمواد الغذائية ويسهم في التكاثر الخضري للفطر وتحقيق الإصابة. أكبر الفطريات وربما أكبر الأحياء حجما وعمرا تدين الى أشكال الجذور بهذه الصفة.

الممصات (Haustoria)

الممص تركيب خلوي تكونه بعض الفطريات الممرضة ذات التغذية الأحيائية (Biotrophic) المجبرة التطفل والتي تعود الى الفطريات البازيدية المسببة لأمراض الصدأ والفطريات الكيسية المسببة لأمراض البياض الدقيقي والفطريات البيضية (*Oomycota*) المسببة لأمراض البياض الزغبي وكذلك فطريات المايكورايزا للمساعدة على إمتصاص المواد الغذائية وتبادل الجزيئات الإشارية مع خلايا العائل. الممص ينشأ كإنبعاج من

الخيوط الفطرية البينية او من العضو اللاصق أو الخيوط الفطرية الهوائية على سطح العائل يخترق جدار الخلية العائلة ويدفع السايتوبلازم ليحقق تماس مباشر معه دون ان يخترق غشاء خلية العائل(Veogele *et al.*،2001; Hahn *et al.*، 1997) (شكل1.6).



شكل 1.6: رسم تخطيطي للممص حيث ينبعج غشاء خلية العائل عن: (Hameshwari،2005)

تتكون البكتريا بفعل سيطرة إشارية خصوصية لنوع أو صنف الفطر وهي موقع للتبادل الإشاري مع خلية العائل. تمكن العلماء من عزل الممص لفطر الصدأ على الفاصوليا *Uromyces fabae* من نسيج العائل وتمكنوا من بناء مكتبة cDNA من جزيئات mRNA من الممص خارج الجسم الحي لتكشف عن الجينات الفعالة في الممص. أظهرت النتائج تركز البروتينات الناقلة للسكريات والأحماض الأمينية وربما العناصر الغذائية الأخرى في الممص(Hameshwari،2005).

أشباه الجذور (Rhizoids)

بعض الفطريات الكتريدية والميوكرية تكوّن خيوط فطرية نهاياتها تكون متفرعة تعطي مظهر الجذر وتقوم بإمتصاص المواد الغذائية وتثبيت الفطر على الأرضية التي ينمو عليها.

الجذور الكاذبة (Pseudorhizae)

تكوّن بعض العراهين (المشروم) مثل الغاريقون (Toadstool) *Collybiaradicata* و *Coprinus macrorhizus* تراكيب تشبه الجذر من قاعدة الجسم الثمري تثبته في ارضية النمو وتمتد لتربطه بجذور الأشجار.

العضو اللاصق (Appressorium)

و هو تركيب جسمي منتفخ تكونه العديد من الفطريات المرضة للنبات ينشأ من نهاية الخيط الفطري الملامس لسطح النبات من اجل توليد القوة اللازمة لبروز الإختراق الذي ينشأ منه لإختراق نسيج العائل وتحقيق الإصابة(Hawker ، 1950).

التراكيب التكاثرية

Reproductive Structures

الأبواغ (Spores)

تتميز الفطريات بوحداتها التكاثرية التي تنشأ عن طرق التكاثر الجنسي واللاجنسي. الأبواغ هي وحدات التكاثر الرئيسة للفطريات وتتالف من خلية مفردة أو خليتين او بضع خلايا. ثمة انواع مختلفة جدا من الأبواغ التي تختلف في عدد الخلايا كما اسلفنا والشكل الذي يمكن ان يكون كرويا او بيضويا او متطاولا أو أبريا او نجميا الخ. والحجم واللون. وفي الواقع ان لون الأبواغ، لكونها كثيرة جدا وتحمل على نهايات الخيوط الفطرية الهوائية أو الحوامل البوغية، هي التي تكسب المستعمرة الفطرية لونها.

الأبواغ تكون على نوعين رئيسين:

أبواغ لاجنسية (Asexual Spores) تنشا نتيجة الإنقسامات الخيطية وتتكون بأعداد كبيرةٍ جداً وظيفتها المحافظة على بقاء الفطر ونشره من خلال زيادة أعداده مع دور ضئيل في التغاير.

وأبواغ جنسية (Sexual Spores) تنشأ نتيجة الإنقسامات الإختزالية وتتكون عادة بأعداد أقل بكثير من أعداد الأبواغ اللاجنسية في معظم الفطريات وظيفتها الأساسية توفير متغايرات وراثية لتطوير النوع وحفظه ومقاومة الظروف البيئية غير المناسبة. تختلف مطاولة الأبواغ الفطرية بين بضع ساعات الى ايام الى اسابيع او اشهر وحتى لسنوات حسب نوعها والظروف البيئية المحيطة. عموما الأبواغ الداكنة تكون اكثر مطاولة لإمتلاكها صبغات الميلانين الواقية من تاثيرات اشعة الشمس وانواع الأشعة الأخرى، كما أن البوغ الذي يمتلك جدار اكثر سمكا وأقل محتوى رطوبي تكون مطاولته أكبر. وعلى العموم تكون الأبواغ الجنسية أكثر مطاولة من الأبواغ اللاجنسية. كثيرا ما يستخدم مصطلح البوغ او الكونيدة (Conidium) محل بعضهما وهما كذلك في الواقع لكن الكونيدات هي أبواغ تتساقط او تحمل بواسطة الهواء.

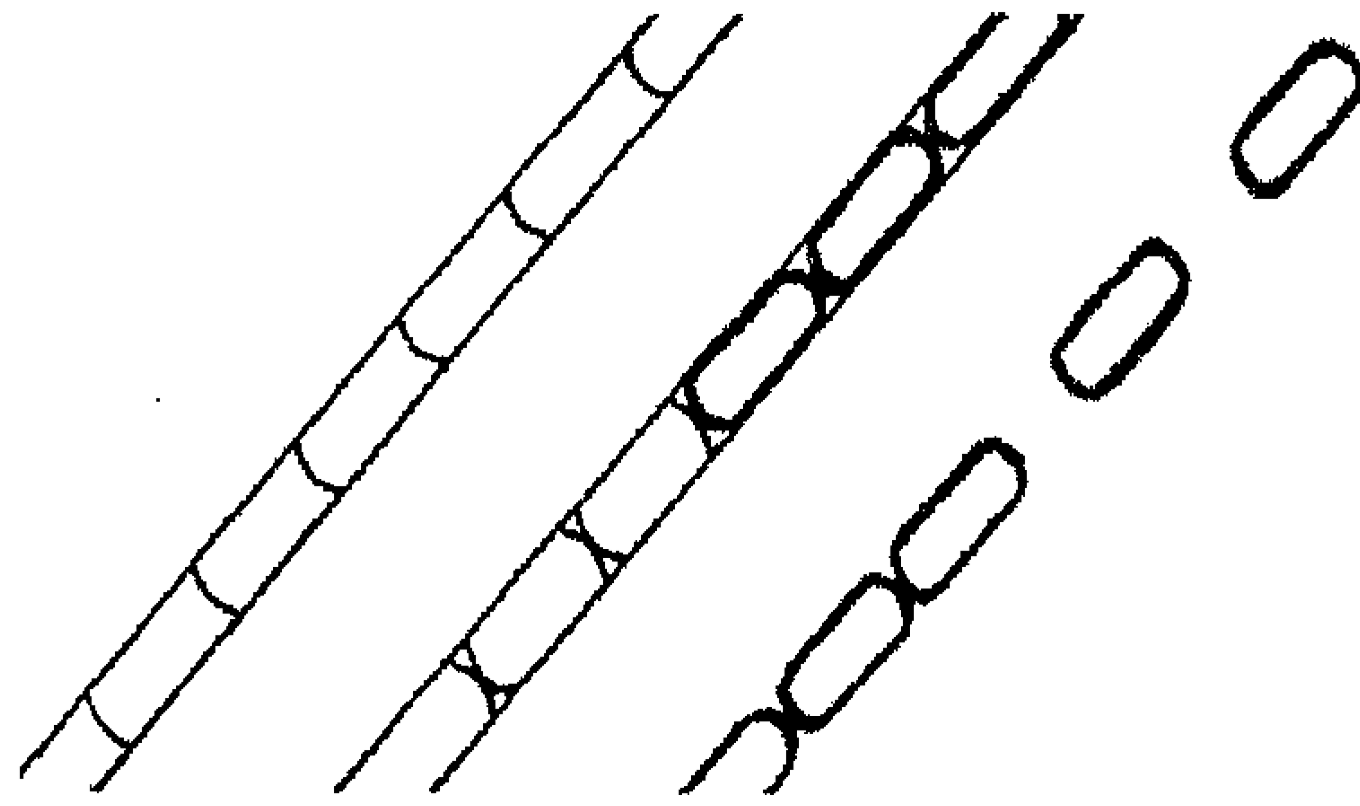
الأبواغ اللاجنسية (Asexual Spores)

على اساس طريقة تكونها يمكن تمييز الأبواغ اللاجنسية الى مجموعتين:

الأولى تشمل:

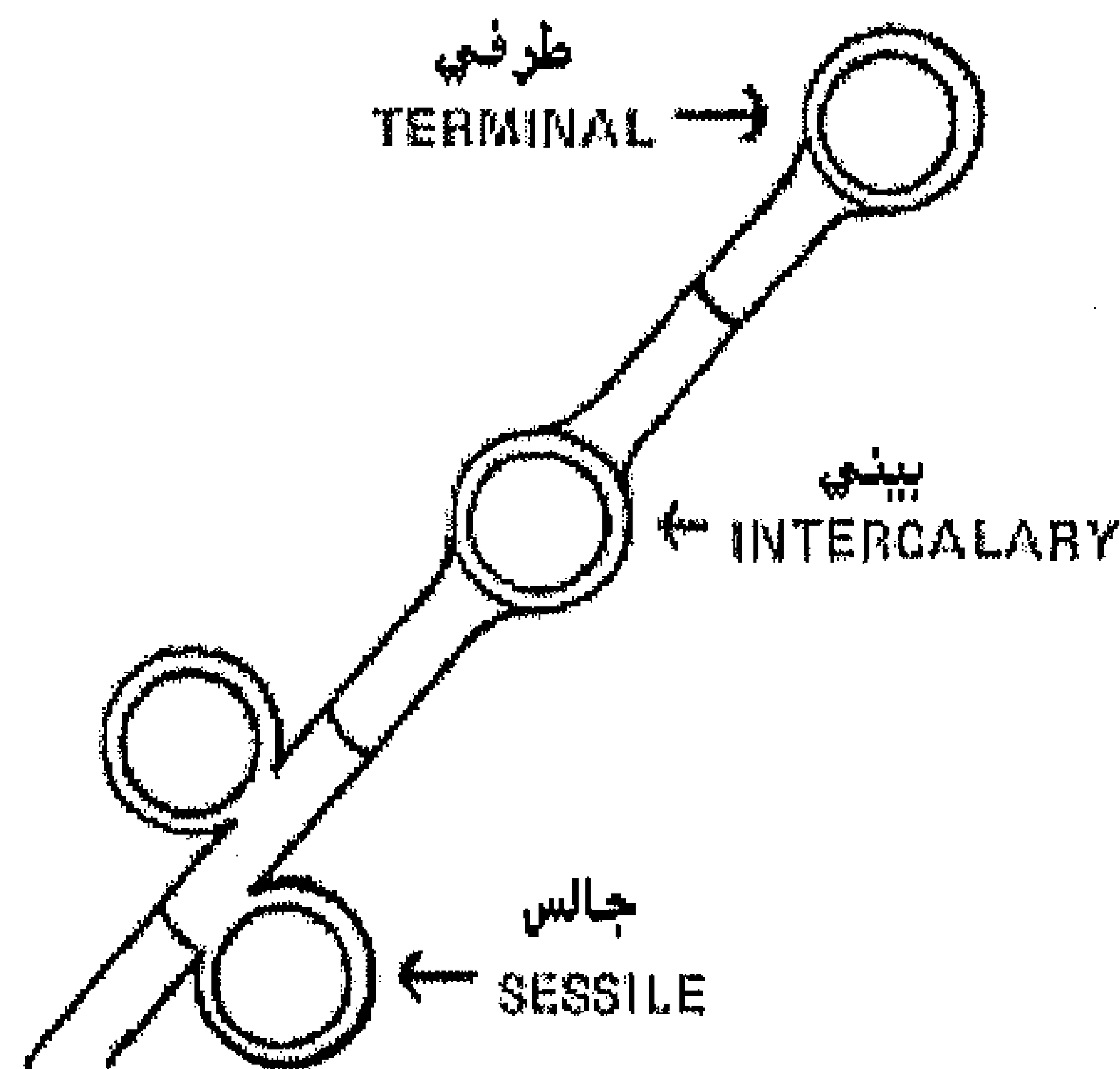
1- الأبواغ المفصلية (Arthrospores) أو الكونيدات المفصلية (Arthroconidia)

وهي التي تتكون نتيجة تجزؤ الخيوط الفطرية وإنفصالها الى خلاياها المكونة التي تعمل كأبواغ او كونيدات بعد ذلك (شكل 1.7).



شكل **1.7**: رسم تخطيطي لمراحل تكون الأبواغ المفصلية(يمين) من تجزؤ الخيط الفطري(يسار)

2. الأبواغ او الكونيدات الثالوسية (Thallic Spores أو Thallic Conidia)وهي التي تنشأ نتيجة تحول خلية أو خيط فطري موجود. وتسمى أيضا الأبواغ الكلاميدية (Chlamydospores) وتكون ذات غلاف سميك وموقعها طرفي أو بيني (شكل 1.8).



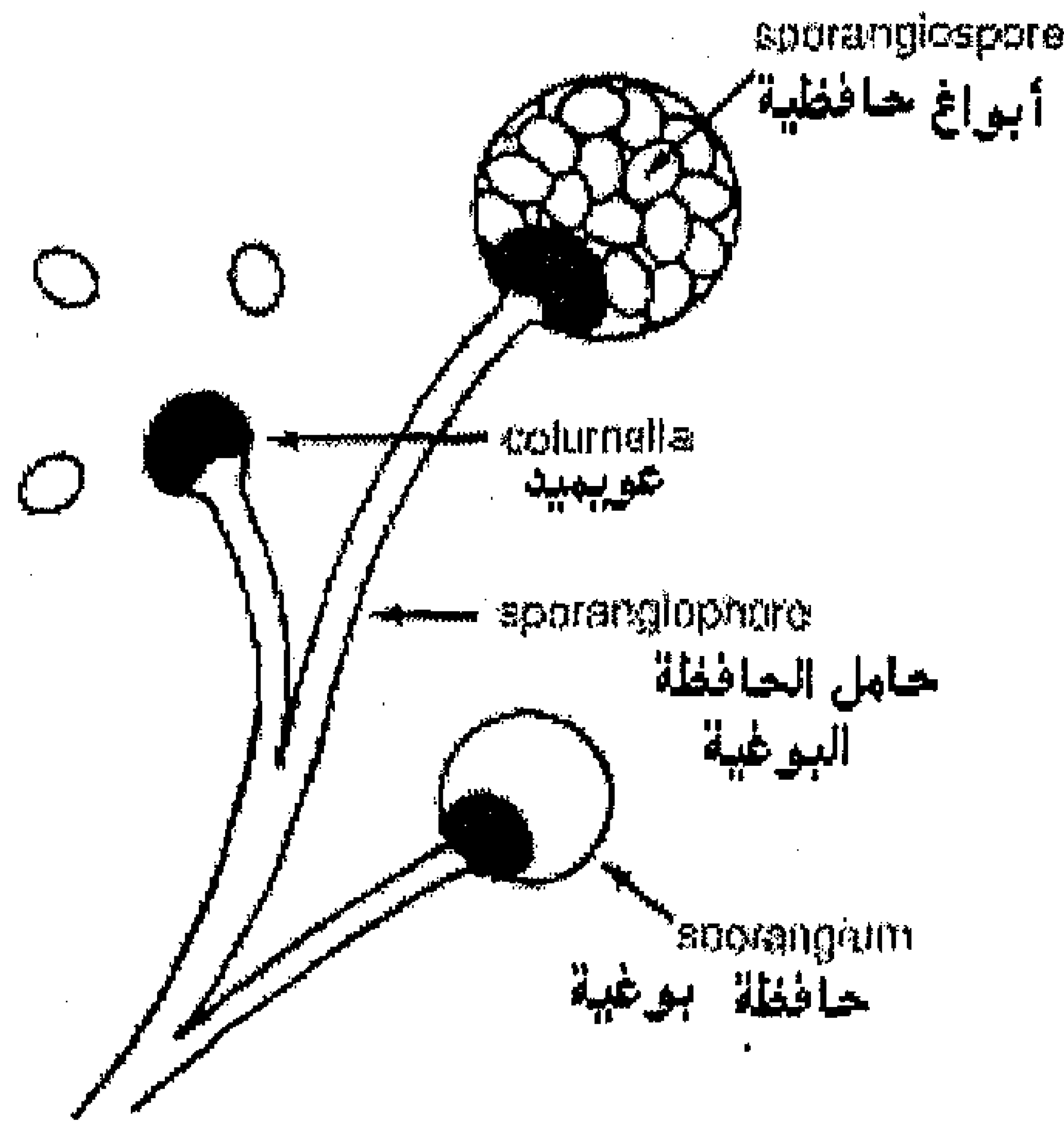
شكل 1.8: رسم تخطيطي للأبواغ الكلاميدية بمختلف مواقعها

المجموعة الثانية تشمل:

1. الأبواغ الحافظية (Sporangiospores)

وهي التي تتكون داخل تركيب كيسي يسمى الحافظة البوغية (Sporangium) وتنشأ نتيجة لإنتفاخ طرف الخيط الفطري أو الخلية.

الأبواغ تتكون نتيجة إنقسام نواة وسايتوبلازم الحافظة البوغية إلى واحد أو عدة اجزاء ثم إحاطة كل جزء بجدار خلية. هذا النوع من الأبواغ تكونه الفطريات الكتريدية *Chytridiomycota* وتكون متحركة (Motile)، كما تكونه الفطريات اللاقحية Zygomycota وتكون غير متحركة (Non motile). وفي الفطريات اللاقحية يمكن ان تحتوي الحافظة البوغية على بوغ واحد أو عدد قليل من الأبواغ (1 – 30 بوغ) فتسمى حويفظة بوغية (Sporangiole) أو عدد كبير من الأبواغ وتسمى حافظة بوغية (شكل 1.9).



شكل 1.9: رسم تخطيطي للحافظة البوغية والأبواغ الحافظية

2. الأبواغ البرعمية (Blastospores)

تتكون من منطقة مولدة للأبواغ على الخيط الفطري بطريقة مشابهة لعملية التبرعم في الخمائر وتحصل في الفطريات الكيسية والبازيدية والناقصة.

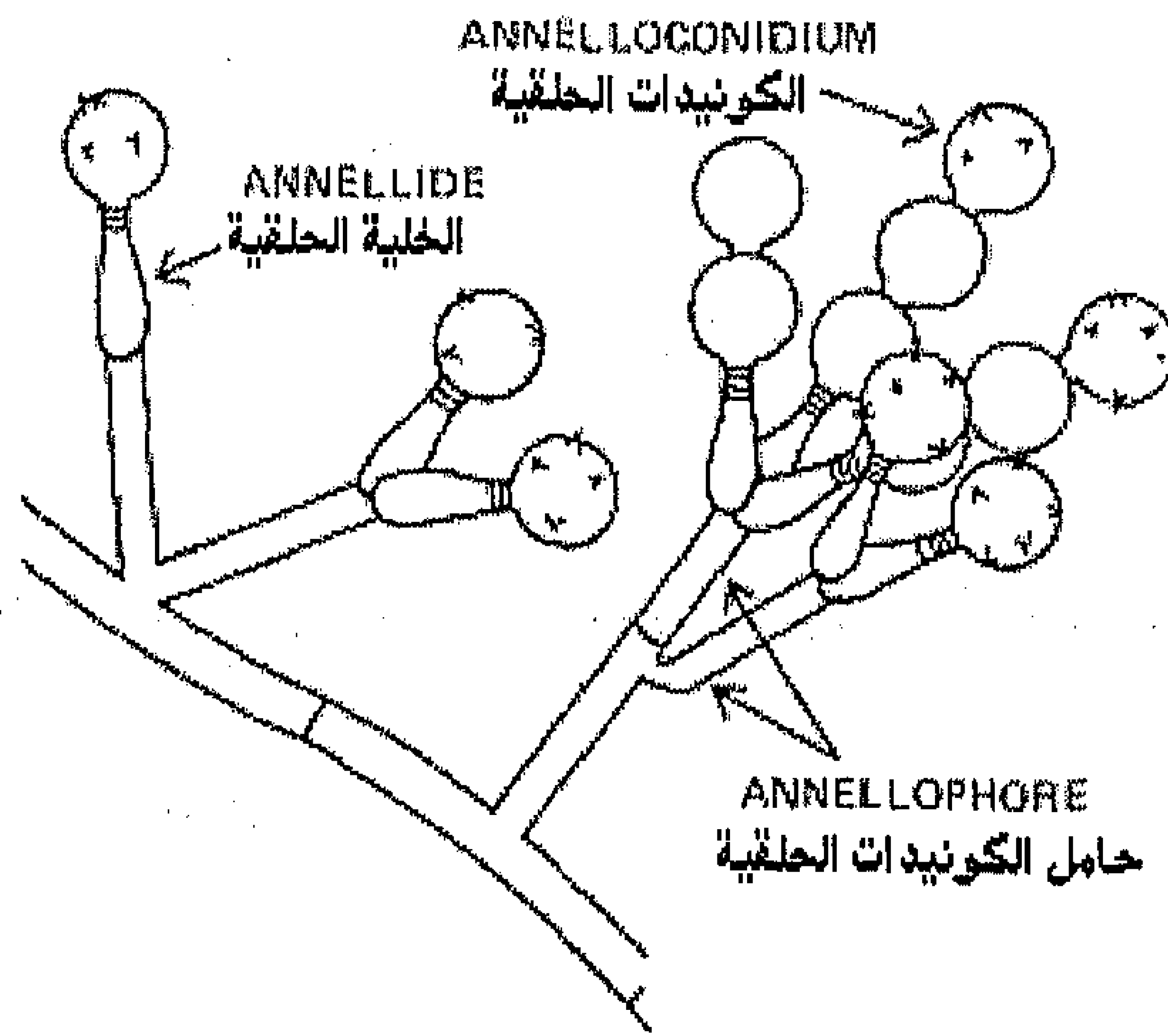
هناك عدة أنواع من الأبواغ البرعمية:

أ. الأبواغ المقلوبة (Acropetal Spores) تتكون هذه الأبواغ نتيجة تبرعم طرف الخيط الفطري المولد وكل بوغ يخرج من الجدار الخارجي للبوغ الأحدث تكوينا كما في الفطر *Alternaria alternata*.

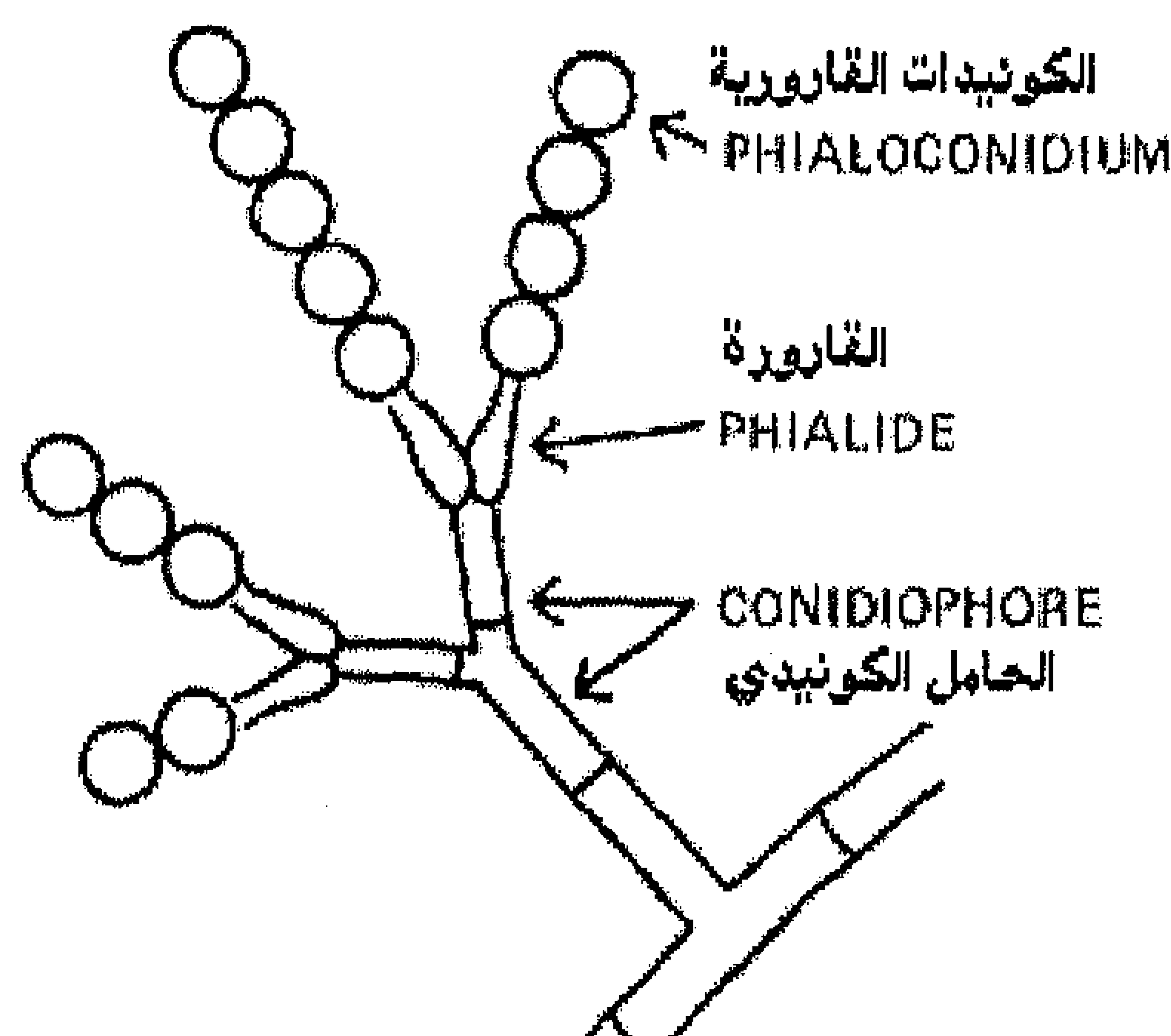
ب. الأبواغ المتزامنة (Synchronous Spores) تنشأ كمجموعة من الأبواغ سوية من الخلية أو الحوصلة المتنفخة كما في الفطر *Botrytis cineria*.

ج. الأبواغ التشعبية (Sympodial Spores) عند تكوين خلية برعمية على طرف الخلية المولدة للكونيدات تتفرع المنطقة المولدة للكونيدات من قاعدة البوغ البرعمي. يتكون بوغ برعمي جديد من طرف الفرع وهكذا يكون ترتيب الأبواغ تشعبياً كما في الفطر الممرض للحشرات *Beauveria sp*..

د. الأبواغ الحلقية (Annellidic Spores) تنشأ الكونيدة من طرف الخلية المولدة تاركة خلفها أثراً. الكونيدة التالية تخرج من الأثر وهكذا تتزايد بقايا الآثار الحلقية كما في الفطر *Annellophora sp*. (شكل 1.10).



شكل 1.10: رسم تخطيطي للكونيدات الحلقية



شكل 1.11: رسم تخطيطي للكونيدات القارورية

هـ. الأبواغ القارورية (Phialidic Spores)

تنشأ هذه الأبواغ من خلية خاصة تسمى القارورة أو الفاليدة(Phialid) بطريقة التتابع القاعدي (Basipetal) مع بقاء الخلية القارورية كما هي. كمثال فطريات *Aspergillus* و *Penicillum* (شكل 1.11).

الأبواغ الجنسية (Sexual Spores)

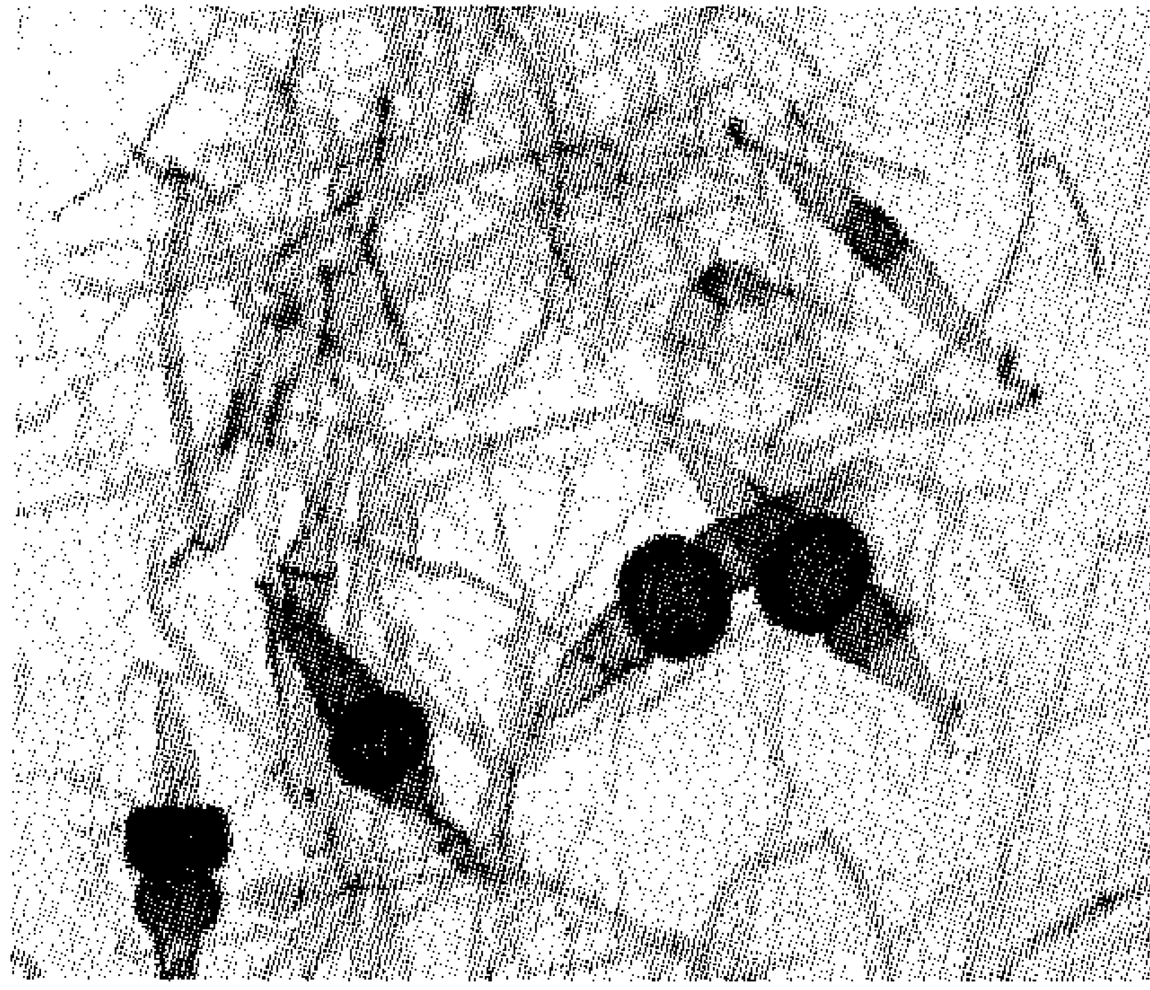
الأبواغ الجنسية تنتج عن عملية التكاثر الجنسي في الفطريات. ونظرا لأهميتها وثبات صفاتها فقد تم التعويل عليها في تقسيم الفطريات الى شعب. لذلك نجد أن أنواع هذه الأبواغ تختلف حسب شعب الفطريات.

الأبواغ الحافظية (*Sporangiospores*)

في الفطريات الكتريدية ثمة إختلاف كبير في العملية الجنسية. ولكنها من حيث الأساس تتضمن إندماج الأبواغ المتحركة الأحادية المجموعة الكروموسومية التابعة لطرز تزاوجية مختلفة لتكوّن حوافظ بوغية. تعاني نواة الحافظة البوغية إنقساما إختزاليا معطية أبواغا حافظية أحادية المجموعة الكروموسومية.

الأبواغ اللاقحية (*Zygospores*)

تتكون هذه الأبواغ الجنسية نتيجة تلاقي الحوافظ المشيجية المتوافقة والتي يحمل كل منها في طرف خيط فطري. يحصل إندماج سايتولازمي يتبع بإندماج نووي لتتكون اللاقحة والتي تحاط بجدار سميك يحمل زخارف عادة ويكون البوغ ثنائي المجموعة الكروموسومية. عند إنبات البوغ يحصل إنقسام إختزالي ليعطي غزلا فطريا أحادي المجموعة الكروموسومية. يتكون هذا النوع من الأبواغ في الفطريات اللاقحية Zygomycota مثل *Rhizopus* و*Mucor* و*Phycomyces* (شكل 1.12).

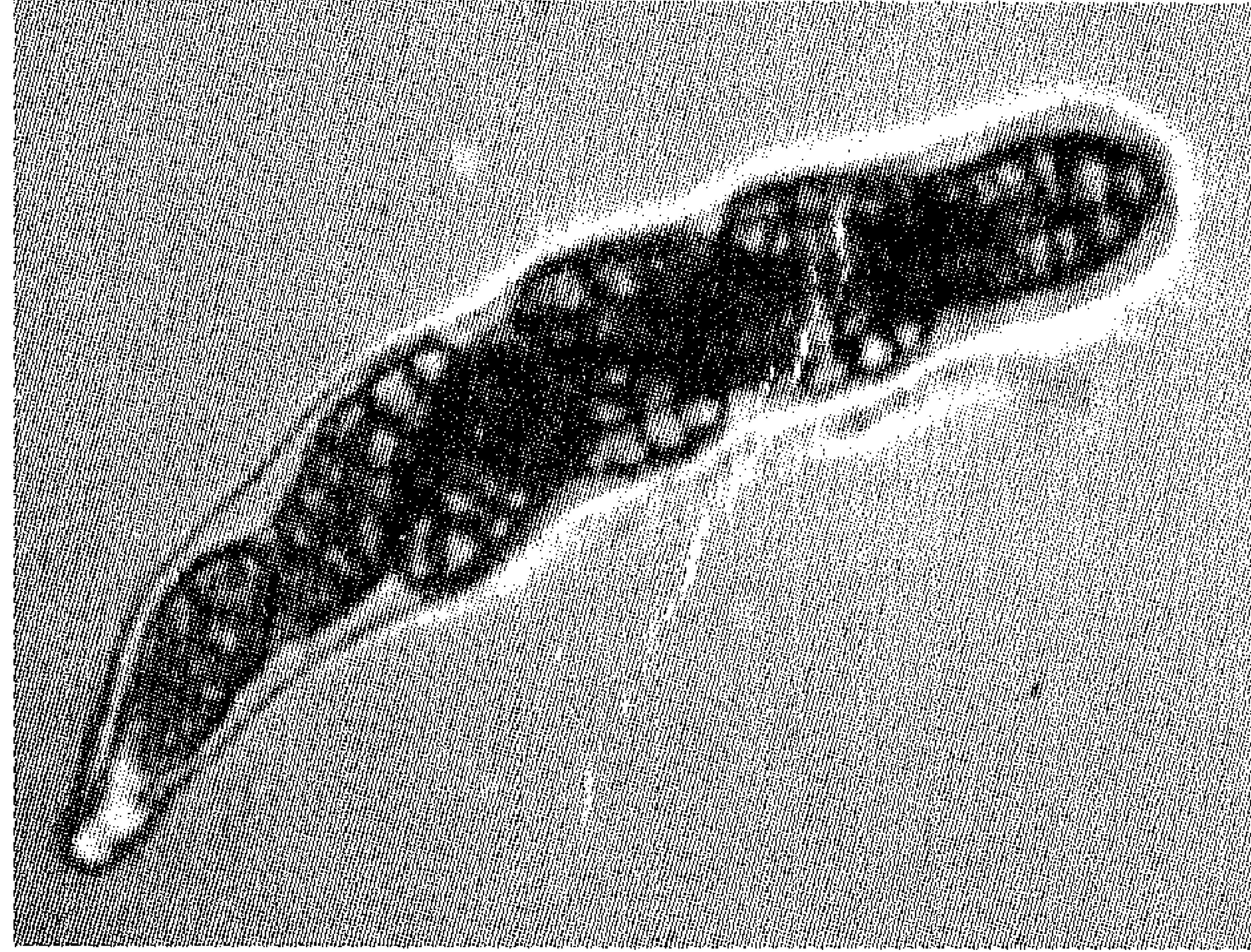


شكل 1.12: الأبواغ اللاقحية للفطر *Rhizopus nigricans*

عن: (Wahlert & Holland،2007)

الأبواغ الكيسية (*Ascospores*)

و هي أبواغ أحادية المجموعة الكروموسومية تتكون داخل خلية متطاولة او كروية أو صولجانية الشكل تسمى الكيس (Ascus) عددها 2 او مضاعفاتها، عادة 4 الى 8 وأحيانا قد يكون مئات (شكل 1.13). ينشأ الكيس نتيجة إتحاد خيطين فطريين متوافقين جنسيا لتتكون خلية ثنائية النواة كل منهما احادية المجموعة الكروموسومية. تتضاعف الخلية ثم تندمج النواتان في الخلية القمية التي ستشكل الكيس ثم تتكون الأبواغ الكيسية نتيجة الإنقسام الإختزالي الذي يتبع بإنقسام أو إنقسامات خيطية لتتكون الأبواغ الكيسية.



شكل **1.13**: الكيس وبداخله **8** أبواغ كيسية متعددة الخلايا للفطر Stemphylium vesicarium

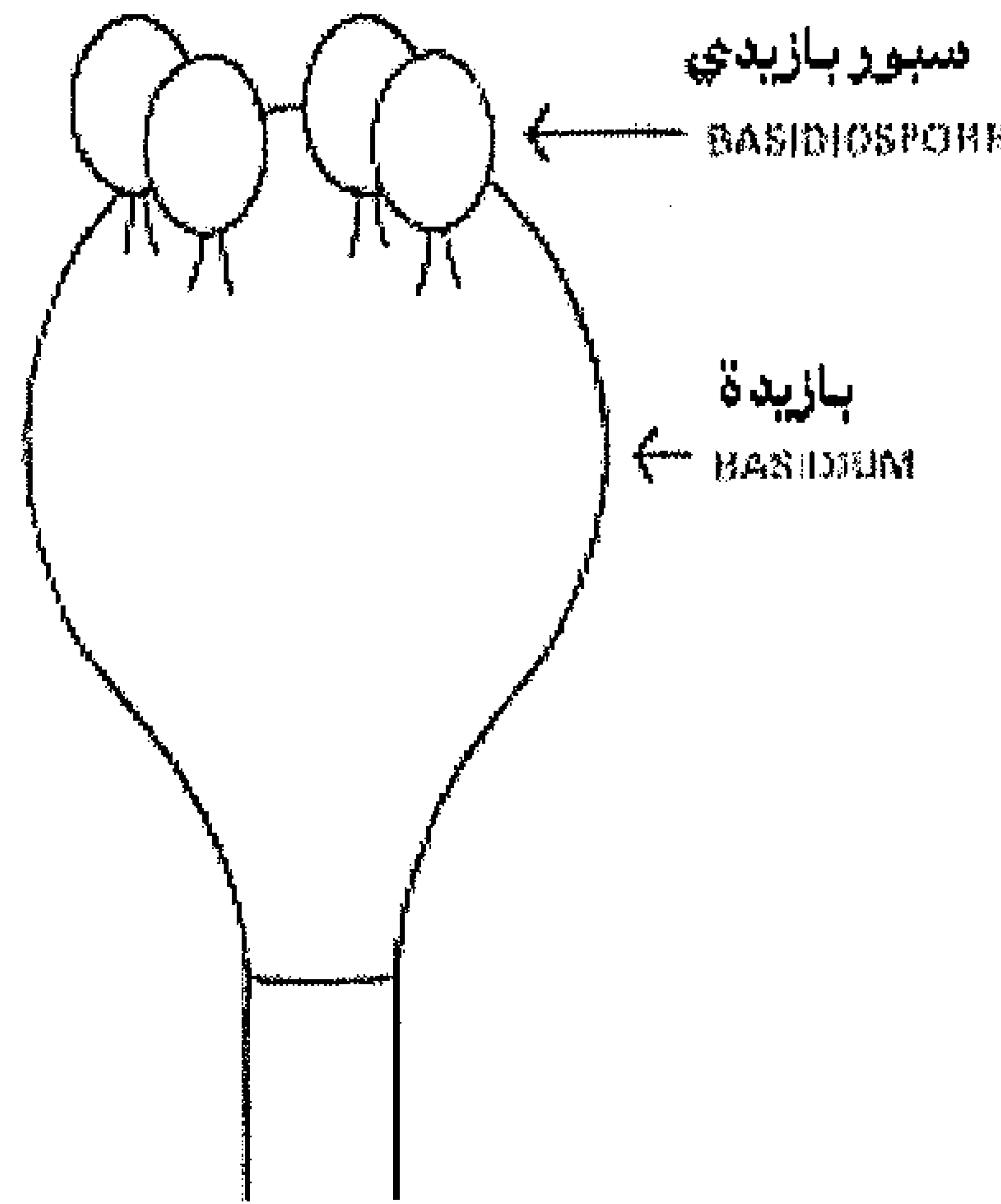
عن: **(Hausbeck، M. 2003)**

تختلف الأبواغ الكيسية في عدد الخلايا والشكل كما تختلف الأكياس من حيث وجود غلاف أحادي او ثنائي الطبقة وطريقة تفتح الغلاف وتحرير الأبواغ الكيسية. الأكياس يمكن ان تحمل بصورة طليقة على الغزل الفطري كما في حالة الفطر *Taphrina deformans* أو داخل أجسام ثمرية مغلقة كما في فطريات البياض الدقيقي أو أجسام ثمرية دورقية كما في الفطر *Claviceps purpurea* والعديد من الأنواع الأخرى او بشكل ثمرة كيسية كأسية كما في حالة الفطر *Sclerotinia* وغيره. الفطريات المكونة للأبواغ الكيسية تتبع شعبة الفطريات الكيسية *Ascomycota*. إنبات البوغ الكيسي سيكوّن غزل فطري أحادي المجموعة الكروموسومية.

الأبواغ البازيدية (*Basidiospores*)

يحصل إندماج بلازمي دون الإندماج النووي بين الخيوط الفطرية المتوافقة لينشأ غزل فطري ثنائي النوى. عند تكوين الجسم الثمري تتكون بادئات البازيدات التي تنقسم فيها النوى إنقساما إختزاليا. تعبر النوى الأحادية المجموعة الكروموسومية جدار البازيدة عبر الذنيبات لتتكون 4 أبواغ بازيدية محمولة على ذنيبات (شكل 1.14). وهكذا يكون

البوغ البازيدي أحادي المجموعة الكروموسومية. تحمل البازيدات عادة على الطبقة الخصيبة داخل الجسم الثمري اللحمي عادة. إنبات البوغ البازيدي سيكوّن غزل فطري احادي المجموعة الكروموسومية. كمثال فطريات العراهين مثل *Agaricus Bisporus* وفطريات الصدأ مثل *Puccinia graminis* وفطريات التفحم مثل *Tellita foetida* .



شكل 1.14: رسم تخطيطي للبازيدة والبوغ البازيدي

التراكيب الثمرية (*Fruiting Bodies*)

الفطريات يمكن أن تحمل أبواغها على خيوط فطرية غير متميزة عن الخيوط الفطري الأعتيادية أو كما في أغلب الحالات على خيوط فطرية متخصصة ومتميزة مظهريا تسمى الحوامل البوغية (Sporophores) او الحوامل الكونيدية (Conidiophores). هذه الحوامل البوغية او الكونيدية يمكن ان تكون حرة على الغزل الفطري او تشكل تراكيب ثمرية تسمى النسجة الكونيدية (Conidiomata) او تكون داخل التراكيب الثمرية.

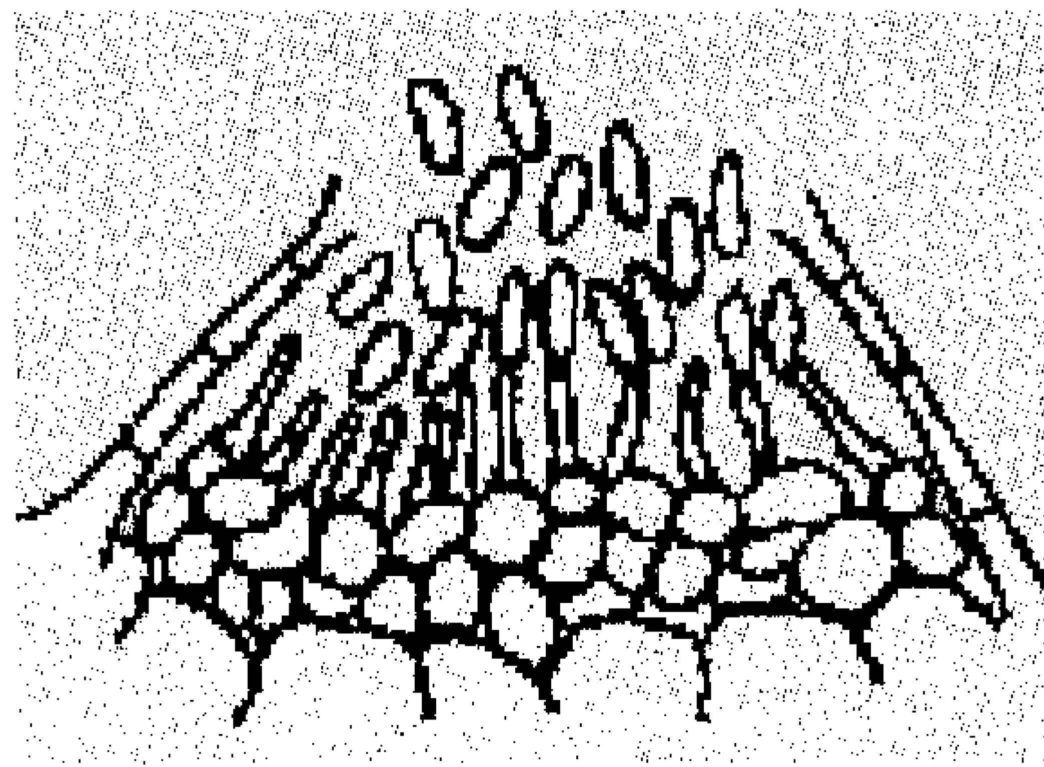
التراكيب الثمرية اللاجنسية (*Asexual Fruiting Bodies*)

تتكون التراكيب الثمرية اللاجنسية التي تحتوي على الحوامل الكونيدية والكونيدات عادة على الأوساط الطبيعية او النباتات العائلة واحيانا على الأوساط الزرعية المختبرية. تضم التراكيب الثمرية اللاجنسية الأنواع التالية:

الضفيرة الفطرية (*Synemma*): وهي تجمع طولي للحوامل الكونيدية تكون متحدة في قواعدها وعلى إمتدادها لكنها تتفرع وتحمل الكونيدات في نهايات الأفرع. كمثال الفطر *Graphium* وهو الشكل الكونيدي للفطر الكيسي *Ophiostoma ulmi* كذلك الأجناس *Arthrosporium* و*Isaria* و*Harpographium*.

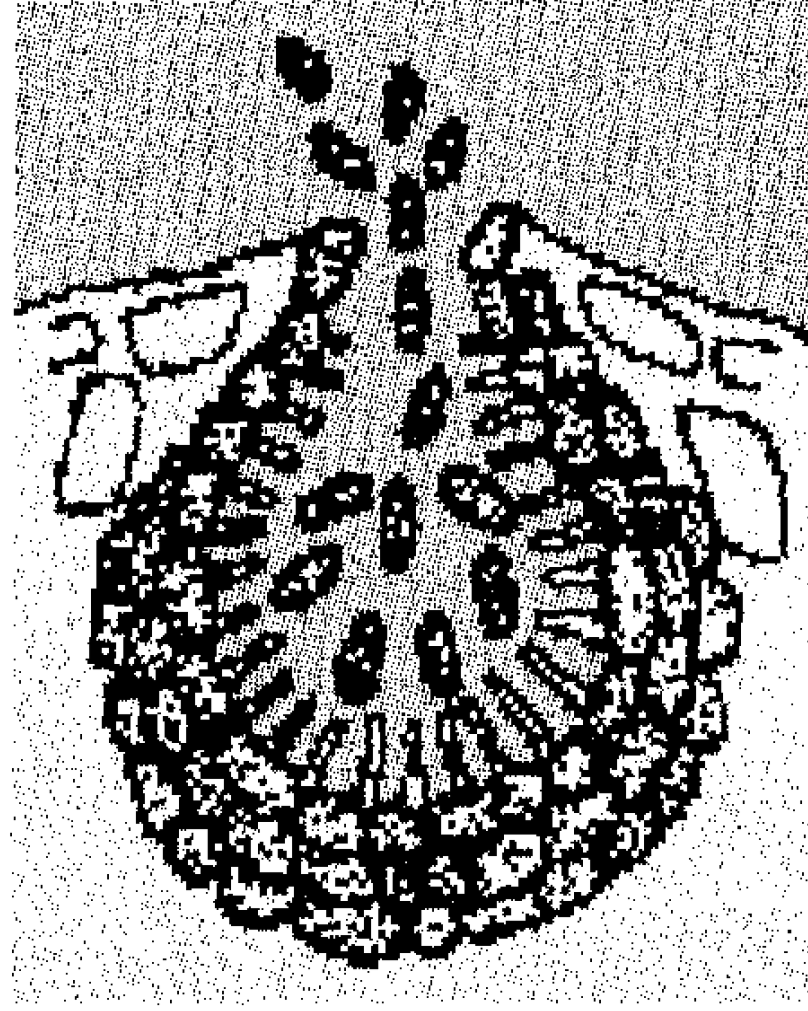
الوسادة الفطرية (*Sporodochium*): تتكون الحوامل الكونيدية القصيرة المتقاربة على حشية فطرية (Stroma) وتتخذ شكل الدثيرة. من الفطريات المكونة لهذا النوع من التراكيب الثمرية انواع *Fusarium* و*Epicocum* و*Strumella*.

الحصيرة الفطرية (*Acervulus*): تشبه الوسادة الفطرية إلا أنها أكثر تسطحا. تنشأ الحوامل الكونيدية القصيرة المتزاحمة من حشية فطرية وتتخذ شكل الصحن. يمكن أن تكون هذه التراكيب تحت البشرة وعند نمو الحوامل الكونيدية والكونيدات تشكل ضغط على البشرة لتمزقها وتحرر الكونيدات(شكل 1.15). من الفطريات المكونة لهذا التركيب أنواع *Colletotrichum lagenarium* و*Albugo candida*.



شكل 1.15: رسم تخطيطي للحصيرة الفطرية

البكنيدة (Pycnidium): تركيب كروي او دورقي الشكل يتالف جداره من نسيج برنكيمي كاذب وعلى بطانتها الداخلية تتكون الحوامل الكونيدية التي تحمل الكونيدات. للبكنيدة فتحة أو فويهة (Ostiole) تخرج منها الكونيدات (شكل 1.16). البكنيدات يمكن أن تكون مطمورة في النسيج أو تتكون على سطحه. من الفطريات المكونة للبكنيدات *Phoma* و*Septoria* و*Macrophoma*.



شكل 1.16: رسم تخطيطي للبكنيدة

التراكيب الثمرية الجنسية (*Sexual Reproductive Structures*)

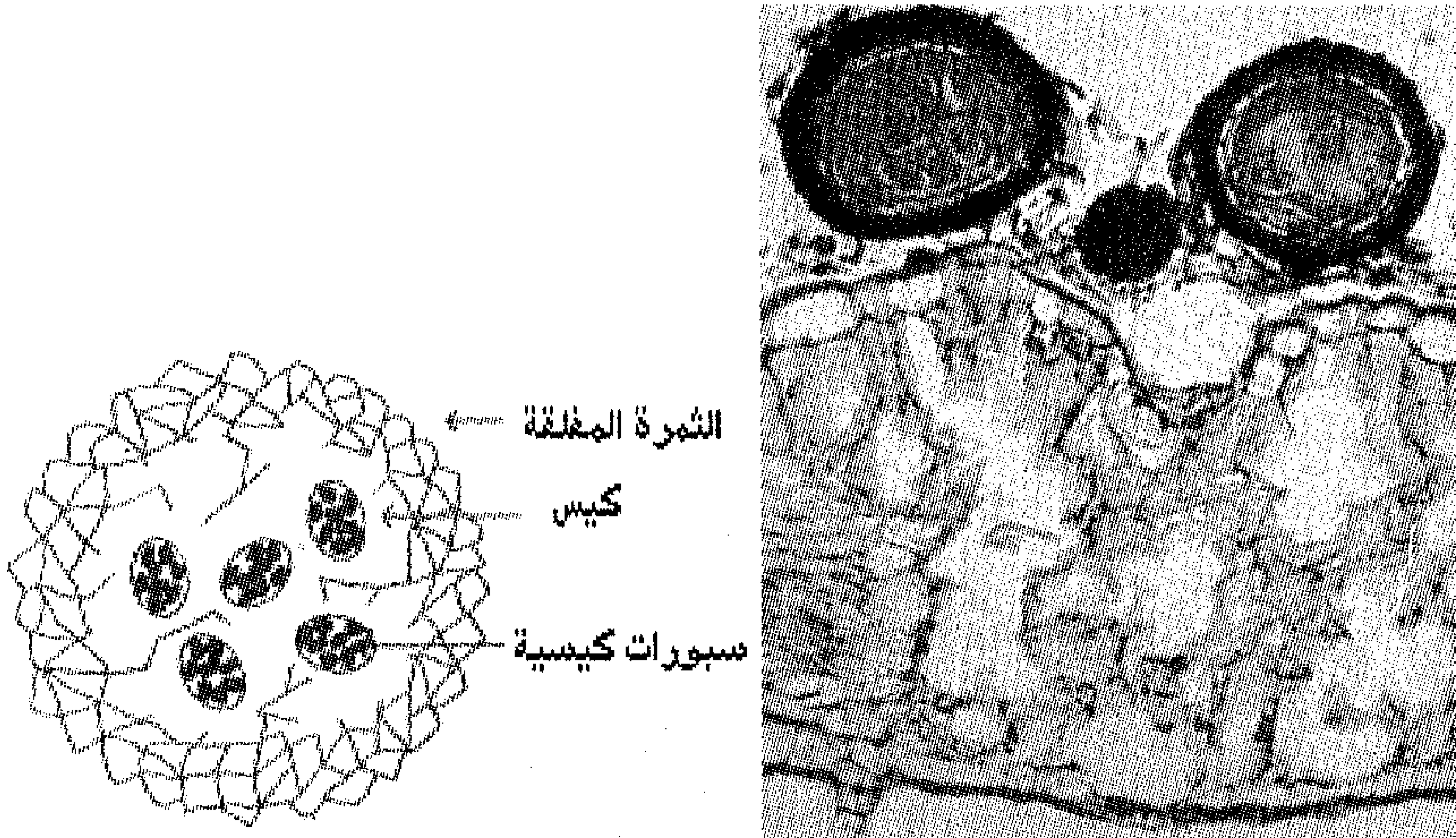
تكوّن بعض الفطريات الكيسية والبازيدية أبواغها الجنسية داخل او على تراكيب ثمرية خاصة تشمل:

الثمرة الكيسية الكأسية (*Apothecium*): وهي تركيب كأسي او قرصي الشكل يتالف عادة من حامل وتحت لحمي مكون من حشية فطرية وطبقة خصيبة تترتب فيها الأكياس وتتخللها خيوط فطرية عقيمة تساعد على مباعدة الأكياس. من الفطريات المكونة لهذا النوع من الأجسام الثمرية *Morchella* و*Sclerotinia* و*Sarcosypha*.

الثمرة الكيسية الدورقية (*Perithecium*): هذا التركيب الثمري دورقي او قاروري الشكل جداره يتالف عادة من نسيج برنكيمي كاذب ويحتوي على فتحة علوية لخروج الأبواغ الكيسية التي تكون داخل اكياس مرتبة عادة في قاعدة الجسم الثمري الذي يحتوي على خيوط عقيمة قاعدية أو محيطية. هذا الجسم الثمري يمكن ان يحمل زوائد مختلفة الأشكال. من الفطريات المكونة لهذه التراكيب *Sordaria* و*Chaetomium*.

الثمرة الكيسية المغلقة (*Clestothecium*): الجسم الثمري كروي الشكل يمكن ان يحمل من الخارج زوائد مختلفة الأشكال وبداخله تتكون الأكياس التي تكون مرتبة قاعديا او مبعثرة (شكل 1.17). الأكياس يمكن ان تحرر الأبواغ الكيسية داخل الجسم

الثمري او تخرج من الجسم الثمري بعد تكسره او تحلله. من الفطريات المكونة لهذا النوع من التراكيب فطريات البياض الدقيقي والفطر *Eurotium*.



شكل 1.17: الثمار الكيسية المغلقة لفطر Erysiphe على ورقة النبات(يمين) ورسم تخطيطي للثمرة الكيسية المغلقة

الحشية الكيسية (*Ascostroma*): وهي تركيب ثمري كيسي يتكون في فراغات داخل الحشية الفطرية في أنسجة العائل وتحتوي على الأكياس ويكون لها جدارها الخاص. من الفطريات المكونة لهذه التراكيب الفطر *Leptosphaerulina*.

الثمار البازيدية (*Basidiocarps*): وهي تراكيب كبيرة تكونها انواع عديدة من فطريات العراهين وتتالف من ساق ورأس. الساق تركيب لحمي قصير عادة يحمل الرأس الكبير والذي يتالف من نسيج فطري سميك عادة يحمل الغلاصم التي تترتب عليها البازيدات التي تحمل الأبواغ البازيدية. الرأس يكون كرويا مغلقا في البداية لكنه ينفتح ويصبح مستويا او محدبا عند النضج. في بعض الأنواع تظهر بقايا الغلاف الداخلي الذي يغطي الجسم الثمري عند تكونه لتشكل الحلقة أو بقايا الحجاب العام لتشكل المصراع وهي علامات تساعد في تشخيص الأنواع. بعض هذه التراكيب الثمرية تأكل مثل أغلب انواع *Agaricus* وغيره والبعض الأخر يمكن ان يكون ساما مثل اغلب انواع *Amanita* وغيره.

تقسيم الفطريات الممرضة للنبات

Taxonomy of Plant Pathogenic Fungi

الفطريات بمفهومها العام هي كائنات حية حقيقية النواة متعددة الخلايا، نواها أحادية المجموعة الكروموسومية في معظم دورة حياتها، خيطية أو احادية الخلية تمتلك جدران خلايا ذات تركيب مميز لكنه يختلف بين المجاميع المختلفة، غيرية التغذية، إمتصاصية او أزموزية، تتكاثر جنسيا ولاجنسيا اساسا عن طريق تكوين الأبواغ مع وجود طرق اخرى كالتجزؤ والتبرعم والأنشطار. وهكذا تضم الفطريات بمفهومها العام تنوعا معقدا جدا من الأحياء فبالإضافة الى الفطريات الحقيقية (True Fungi) ثمة مجاميع من الأحياء تشاركها في نمط حياتها لكنها ذات اصول تطورية مختلفة.

وهكذا لا يمكن أن يستند مفهوم الفطريات العام على أصل تطوري واحد بل على طريقة حياة شاركتها فيها أحياء ذات أصول تطورية مختلفة. هذا ما أكدته الدراسات الكيموحيوية والتراكيب فوق المجهرية وخصوصا الدراسات الجزيئية الحديثة. إن تحاليل تتابعات الوحدات الصغيرة لـ rDNA (SSU rDNA) أظهرت ان الفطريات بمفهومها العام تعود الى 4 مجاميع أحادية الأصل التطوري (Monophyletic) هي *Acrasiomycota* (الفطريات الهلامية الخلوية الأكراسية) و*Myxomycota* (الفطريات الهلامية) و*Oomycota* (الفطريات البيضية) و*Eumycota* (الفطريات الحقيقية)(Bruns *et al.*،1991).إن المجموعتين الأول يضمان الفطريات الهلامية (Slim Molds) التي هي مصنفة الآن ضمن مملكة الحيوانات الإبتدائية (*Protozoa*). ومجموعة *Oomycota* مضمنة مع مجاميع الطحالب المختلفة ضمن مملكة *Chromista*

.(Guarro *et al.*،1999 ; Agrios،1997)

مملكة *Chromista* شعبة الفطريات البيضية *Oomycota*:

تضم شعبة *Oomycota* حوالي 500 الى 800 نوعا مما يطلق عليها الفطريات المائية

ومسببات أمراض البياض الزغبي(Swanson *et al.*،2002). يتألف جدار الخلايا من بيتا- كلوكانوالحامض الأميني هيدروكسي برولين والسليلوز. الخلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية على عكس الفطريات الحقيقية التي يسودها وجود النوى الأحادية المجموعة الكروموسومية. شيوع الأبواغ المتحركة التي تمتلك سوطين غير متماثلين احدهما ريشي طويل متجه الى الأمام والأخر أملس قصير متجه الى الخلف كما في بقية مملكة *Chromista*. وجود مواد غذائية مخزونة بشكل مادة مايكولامينارين (Mycolaminarin) كما في طحالب Kelps وDiatoms. تختلف عن الفطريات الحقيقية في العديد من الصفات الكيموحيوية والجزيئية. يعتبرها متخصصو الفطريات اقرب الى الطحالب منها الى الفطريات، مع ذلك يتم تناولها في كتب الفطريات لأهميتها الإقتصادية والأمراض التي تسببها(Barr،1992 Alexopoulos،1996 ;).

رتبة*Saprolegniales* جنس *Saprolegnia* و*Aphanomyces* و*Achlya* و*Dictyuchu* و*Pythiopsis* وغيرها. تضم أنواع مائية بالأساس تعيش بصورة رمية أو طفيلية على الأسماك وبيوضها لكن الفطر *Aphanomyces euteiches* يصيب جذور البزاليا.

عائلة*Peronosporales* جنس*Peronosporaceae* *Peronoaspora* و *Pseudoperonospora* و*Bremia* و*Basidiophora* . و*Sclerospora* و *Pseudoperonospora* تسبب هذه الفطريات أمراض البياض الزغبي على النباتات المختلفة.

عائلة *Albuginaceae* جنس *Albugo* الفطر *A. candida* مسبب مرض الصدأ الأبيض على النباتات الصلبية.

عائلة *Pythiaceae* جنس *Pythium* و*Phytophthora*. أنواع جنس *Pythium* تسبب أمراض تسقيط البادرات وتعفن الجذور والبذور والعفن القطني على نباتات الثيل. وتسبب انواع *Phytophthora* أمراض تعفن الجذور واللفحة.

الفطريات الهلامية Slime moulds

يتالف جسمها من البلازموديوم وهو شبكة من البروتوبلازم الخالي من الجدار وخلايا أحادية، تغذيتها حيوانية إبتلاعية وهي تعود الى مملكة *Protozoa* لكنها تتكاثر عن طريق تكوين الأبواغ فتشارك الفطريات في هذه الصفة.

شعبة الفطريات الهلامية الشبكية *Labyrinthulomycota*

توجد في مصبات الأنهار والبيئات البحرية بشكل رمي على المتبقيات العضوية والطحالب والنباتات الوعائية البحرية. من أنواع رتبة *Labyrinthula* الفطر الهلامي *L. zosterae* مسبب المرض المهلك لحشيشة الأنقليز (Eelgrass) وهو من النباتات البحرية ذات الأهمية البيئية(Ralph & Frederick ،2000 Blakesley *et al*; 2002.،).

شعبة الفطريات الهلامية الداخلية التطفل *Plasmodiophoromycota*

فطريات متطفلة داخليا على عدد من طحالب المياه العذبة مثل *Vaucheria* وعلى الفطريات المائية مثل *Saprolegnia* و*Achlya* و*Pythium* وكذلك على بعض النباتات المائية والبرمائية. كما تتطفل على بعض النباتات الإقتصادية. رتبة *Plasmodiophorales* جنس *Plasmodiophora* و*Polymyxa* و*Spongospora*. تسبب أعراض التضخم مثل مرض الجذور الصولجانية على اللهانة الذي يسببه الفطر *Plasmodiophora brassicae* وفطر *Spongospor subterranea* يسبب مرض الجرب الدقيقي على البطاطا و *S. subterranea f. sp. nasturtii* مسبب مرض الجذر المعقوف في نبات الحرف (Watercress). الفطر *Polymyxa graminis* يتطفل على نباتات القمح ومحاصيل الحبوب الأخرى ويمكن ان ينقل بعض الفايروسات.

شعبة الفطريات الهلامية الخلوية الدكتيوستلية *Dictyosteliomycota*

الفطريات الهلامية الخلوية الدكتيوستلية توجد على نطاق العالم ويسهل عزلها من سطح التربة والدبال التي تغطيها في الغابات النفضية. بعض أنواعها ذات اهمية كبيرة

في الدراسات البيولوجية الخلوية. تضم أجناس *Dictyostelium* و*Polysphondylium* و *Acytostelium*.

شعبة *Acrasiomycota* الفطريات الهلامية الخلوية الأكراسية

أنواع هذه الشعبة واسعة الإنتشار وبيئتها تكون الأخشاب المتحللة والأوراق المتساقطة في الترب الرطبة والأجسام الثمرية المتحللة للعرهون وعموما المناطق الغنية بالسليلوز. تتغذى الخلايا الأميبية على البكتريا والخمائر وأبواغ الفطريات. تضم جنس *Acrasis* و*Guttulina* و*Copromyxa* و*Copromyxella* و*Guttulinopsis*.

شعبة الفطريات الهلامية الحقيقية Myxomycota

واسعة الإنتشار في البيئة تتغذى على البكتريا وأبواغ الفطريات وكتل المواد العضوية. بعض أنواعها تستخدم كنماذج في الدراسات البيولوجية. بعض الأنواع تسبب مرض العفن السخامي (Sooty Mold) على سطوح النباتات.

الفطريات الحقيقية True Fungi

مملكة الفطريات *Kingdom Fungi* تضم انواع كثيرة جدا الموصوف منها لحد الآن بحدود 000 250 تتميز بجسمها المؤلف من الغزل الفطري أو الخلايا المفردة (الخمائر) وجدارها الذي يتكون من عدد من السكريات المعقدة اهمها الكايتين وهي غيرية التغذية لا تحتوي على صبغات التركيب الضوئي وتتكاثر بطريقة جنسية ولاجنسية منتجة الأبواغ كوحدات تكاثرية رئيسة. حسب (Hibbett *et al.*،2007) فإن التقسيم الجديد المستند الى علاقات النمو التطوري الى مستوى الرتب تضم مملكة الفطريات *Kingdom Fungi* 7 شعب.

شعبة *Chytridiomycota* تعتبر الكتريدات أصغر الفطريات الحقيقية وأبسطها. تعيش في البيئات المائية وفي الترب الرطبة وجذور النباتات والقنوات الهضمية للمجترات. تضم

هذه الشعبة فطريات رمية وطفيلية إختيارية وطفيلية إجبارية. تتغذى على الأحياء الحية أو المتحللة وتعتبر من الكائنات الحية المحللة المهمة. جسم الفطر يكون احادي الخلية او بشكل مدمج خلوي (Coenocytic Mycelium) أو غزل فطري جذيري (Rhizomyce-lium). الحوافظ البوغية تنتج أبواغ متحركة أحادية أو ثنائية المجموعة الكروموسومية وفي أوقات مختلفة. تتحول اللاقحة الى بوغ ساكن أو حافظة بوغية ساكنة أو غزل فطري ثنائي المجموعة الكروموسومية. تتكاثر لاجنسيا بواسطة الأبواغ المتحركة ذات السوط الواحد المتجه الى الخلف. وتتكاثر جنسيا بواسطة الإنقسام الإختزالي للاقحة (Zygotic Meiosis).

صنف *Chytridiomycetes* رتبة *Chytridiales* جنس *Chytridium* و*Synchytrium* و*Chytriomyces* و*Nowakowskiella* من بين أهم أنواع الجنس *Synchytrium* الفطر الممرض للنبات *Synchytrium endobioticum*. والفطر *Synchytrium taraxaci* الذي يصيب أوراق نبات الطرخشقون dandelions (*Taraxacum officinale*) (Silverside،2002). والفطر *S. solstitiale* يسبب مرض الصدأ الكاذب ويستخدم في المكافحة الحيوية لنبات الدغل المرار الأصفر (Yellow Starthistle) (Widmer،2004).

رتبة *Spizellomycetales* تضم الأجناس *Olpidium* و*Gaertneriomyces* و *Kochiomyces* و*Caulochytrium* و*Rozella* و*Spizellomyces* و*Triparticular* و *Urophlyctis* و*Rhizophlyctis* و*Powellomyces* حسب (Chytrid Fungi Online). الفطر *Olpidium* يصيب جذور عدد من النباتات ولأنواع *Olpidium* أهمية في نقلها لفايروس العرق الكبير(*big vein virus*) في نبات الخس. الفطر *Urophlyctis alfalfae* يسبب مرض التثألل التاجي على الجت. الفطر *Physoderma maydis* يسبب مرض التبقع البني على الذرة.

شعبة *Glomeromycota* تضم هذه الشعبة فطريات المايكورايزا الشجيرية (Arbuscular My-corrhiza) والمايكورايزا الحوصلية الشجيرية (Vasicular-Arbuscular Mycorrhiza) وهي

حالة تعايشية تنشأ من إصابة الجذر إصابة (نافعة) بفطر من هذه الشعبة. الشعبة حديثة الظهور وتضم حوالي 150 نوعا من فطريات المايكورايزا الشجيرية والتي تلعب دوراً بيئياً غاية في الأهمية كونها تسهم في بقاء وتنوع معظم أنواع النباتات على اليابسة(Schüßler *et al.*،2001). هذه الفطريات غير ممرضة.

تحت شعبة *Mucoromycotina* هذه المجموعة التصنيفية الجديدة تضم رتبة *Mucorales* التي كانت تشكل أكبر مجموعة في الفطريات اللاقحية (شعبة الفطريات اللاقحية التقليدية Zygomycota سابقا).

تضم فطريات رمية، طفيلية إختيارية على الفطريات الأخرى أو مكونه للمايكورايزا الخارجية. الغزل الفطري متفرع، غير مقسم وهو حديث، يمكن ان يكوّن حواجز عرضية محتوية على ثقوب دقيقة عند النضج. التكاثر اللاجنسي بواسطة الحوافظ البوغية (Sporangia) أو الحويفظات البوغية (Sporangiola) أو الحويفظات البوغية الأحادية (Merosporangia) ونادرا بواسطة الأبواغ الكلاميدية، الأبواغ المفصلية أو الأبواغ البرعمية. التكاثر الجنسي يتم بواسطة الأبواغ اللاقحية الكروية الشكل التي تتكون على الخلايا العالقة (Suspensors) المتقابلة (Opposed) أو غير المتقابلة (Apposed).

رتبة*Mucorales* تتميز الرتبة بتكوين الأبواغ اللاقحية (Zygospores) في عملية التكاثر الجنسي، غياب الأبواغ المتحركة، الغزل فطري غير مقسم عادة، الطور الثنائي المجموعة الكروموسومية (n2) يكون في اللاقحة وعند إنباتها وفي باقي تراكيب الفطر تكون الخلايا أحادية المجموعة الكروموسومية (n1). معظم أجناس الرتبة رمية على المواد الروثية والعضوية وفي التربة، بعضها ممرضة للنبات خاصة على أزهار وثمار القرعيات وكذلك تعفن الثمار أثناء الخزن. تضم 22 نوعا ممرضا للأنسان (Guarro،1995 de &) (Hoog.

العائلة *Mucoraceae* جنس *Mucor* و*Actinomucor* و*Rhizomucor* و*Parasitella* و*Zy-gorhynchus* و*Circinomucor*. فطريات *Mucor* تسبب تعفن الخبز وتعفنات المخازن

على الخضروات والفواكه.

عائلة *Absidiaceae* جنس *Rhizopus* و*Thermomucor* و*Circinella* و*Absidia*. الفطر *R. stolonifer* يسبب تعفن الخبز وتعفنات المخازن على الخضروات والفواكه.

عائلة *Choanephoraceae* جنس *Choanephora* و*Blakeslea* و*Poitrasia*. الفطر *Choanephora cucurbitarum* يسبب مرض التعفن الطري على نبات الكوسة.

تحت شعبة *Entomophthoramycotina* تضم فطريات ممرضة مجبرة على المفصليات والنباتات الواطئة أو فطريات رمية؛ وأحيانا ممرضات إختيارية على الفقاريات.

تحت شعبة *Zoopagamycotina* تضم تحت الشعبة هذه فطريات داخلية أو خارجية التطفل على الحيوانات الدقيقة والفطريات الأخرى. جسم الفطر يتالف من ثالوس بسيط، متفرع او غير متفرع أو أكثر من الغزول الفطرية الأقل تفرعا. الفطريات تكون طفيليات خارجية تكوّن ممصات داخل جسم العائل.

رتبة *Zoopagales* عائلة *Zoopagaceae* جنس *Zoopage* و*Stylopage* و*Cystopage* و*Acaulopage*. (Benny،2005 x1).

تحت شعبة *Kickxellomycotina* تضم فطريات رمية، متطفلة على الفطريات أو متعايشات مجبرة. جنس *Coemansia* و*Dipsacomyces* و*Kickxella* و*Linderina* و *Martensella* و*Martensiomyces* و*Mycoemilia* و*Myconymphaea* و*Ramicandelaber* (Benny،2005 p.).

تحت مملكة الفطريات الثنائية النوى (Subkingdom Dikarya)

الفطريات أحادية او عديدة الخلايا، خيطية، تفتقد للأسواط، غالبا ما تكون بحالة ثنائية النوى. تضم الشعبتين *Ascomycota* (الفطريات الكيسية) و*Basidiomycota* (الفطريات البازيدية) (Hibbett *et al.*،2007 ; James *et al.* ، 2006).

شعبة الفطريات الكيسية *Ascomycota*

الفطريات الكيسية هي اكبر مجاميع الفطريات حيث تضم حوالي ثلاثة ارباع الفطريات المصنفة. تتميز بتكوين الأبواغ الجنسية (الأبواغ الكيسية Ascospores) داخل أكياس (Asci).

تحت شعبة *Taphrinomycotina* تعتبر تحت شعبة *Taphrinomycotina* قاعدية نسبة الى مجاميع شعبة *Ascomycota* كونها تضم الأنواع الأقدم تطوريا.

صنف *Taphrinomycetes* رتبة *Taphrinales* عائلة *Taphrinaceae* جنس *Taphrina*
أنواع هذا الجنس تسبب عددا من أمراض النبات مثل تجعد اوراق الخوخ.

الفطريات الكيسية الخيطية Filamentous Ascomycetes

هذه الفطريات تمتلك غزلاً فطرياً مقسماً وتكون الأبواغ الكيسية والأكياس داخل تراكيب ثمرية كيسية. ثمة أربعة أنواع من التراكيب الثمرية الكيسية التي تكونها المجاميع المختلفة من الفطريات الكيسية الخيطية هي الثمار المغلقة (الكليستوثيسات) والثمار الكأسية (الأبوثيسات) والثمار الدورقية (البريثيسات) والحشية الكيسية. التكاثر اللاجنسي يتم بواسطة الكونيدات.

الفطريات القرصية الغطائية Operculate Discomycetes

تحت شعبة *Pezizomycotina* تعتبر اكبر تحت شعب الفطريات الكيسية حيث تضم أكثر من 32 000 نوعا موصوفا(Kirk *et al.* 2001). الجسم خيطي وبعض الأنواع تكون ثنائية المظهر. الخيوط الفطرية مقسمة بإنتظام والخلايا أحادية النواة أحادية المجموعة الكروموسومية(Spatafora،2007).

الفطريات الكيسية المسكنية Loculoascomycetes

تتميز الفطريات الكيسية المسكنية بتكوين الأكياس في تجاويف ضمن الحشية الفطرية الكيسية (Ascostroma). التجاويف متعددة ضمن الحشية الفطرية أو أحادية وفي هذه

الحالة يصعب تمييزها عن الثمرة الكأسية. الأكياس ثنائية الغلاف قابلة للفصل.

صنف *Dothideomycetes* تحت الصنف *Dothideomycetidae* رتبة *Capnodiales* جنس *Capnodium* و*Scorias* و*Mycosphaerella*. تسبب انواع *Mycosphaerella* أمراض تبقع الأوراق على العديد من النباتات كالموز والشليك. الأشكال الكونيدية لها يمكن ان تكون من أنواع *Cercospora* و*Septoria* وغيرها.

رتبة *Dothideales* جنس *Dothidea* و*Dothiora* و*Sydowia* و*Stylodothis*.

رتبة *Myriangiales* جنس *Myriangium* و*Elsinoë*. تسبب أنواع *Elsinoë* مرض جرب الحمضيات وأنثراكنوز العنب والعليق او التوت البري (Raspberry).

تحت صنف *Pleosporomycetidae* رتبة *Pleosporales* عائلة *Pleosporaceae* جنس *Pleospora* و*Pyrenophora* و*Cochliobolus* و*Lewia*. فطريات *Pleospora* (الشكل الكونيدي *Stemphelium*) تسبب مرض العفن الأسود على الطماطة. وتسبب *Pyrenophora* (الشكل الكونيدي *Drechslera*) أمراض تبقع الأوراق على محاصيل الحبوب والحشائش. فطريات *Cochliobolus* (الشكل الكونيدي *Bipolaris* أو *Curvularia*) تسبب أمراض تبقع الأوراق وتعفن الجذور على محاصيل الحبوب.

عائلة *Venturiaceae* جنس *Venturia* و*Dibotryon* و*Apiosporina*. تسبب فطريات *Venturia* (الشكل الكونيدي *Spilochaea*) مرض جرب التفاح والكمثرى.

رتبة *Botryosphaerales* جنس *Botryosphaeria* و*Guignardia*. يسبب الفطر *Botryosphaeria dothidea* و*B. optusa* مرض التسوس على التفاح وعلى انواع اخرى من الأشجار وأمراض الموت التراجعي على العديد من الأشجار. فطريات *Guignardia* (الشكل الكونيدي *Phyllosticta*) تسبب مرض التعفن الأسود على العنب.

الفطريات الكيسية ذات الثمار المغلقة(Plectomycetes)

تتميز فطريات هذه المجموعة بكون الأكياس رقيقة الجدران، كروية الى كمثرية، متلاشية الجدار. الأكياس مبعثرة في الجسم الثمري ولا تشكل طبقة، الأبواغ الكيسية أحادية الخلية. الجسم الثمري بشكل ثمرة مغلقة (كليستوثيسة) إن وجد.

صنف *Eurotiomycetes* تحت صنف *Eurotiomycetidae* رتبة *Coryneliales* جنس *Corynelia* و *Caliciopsis*.

رتبة *Eurotiales* جنس *Eurotium* و *Emericella* و *Talaromyces* و *Elaphomyces* و *Trichocoma* و *Byssochlamys*. (الأشكال الكونيدية *Aspergillus* و *Penicillium* و *Paecilomyces*).. تسبب أنواع *Aspergillus* و *Penicillium* أمراضا نباتية، خاصة على الفواكه أثناء الخزن كما انها منتجة فعالة للسموم الفطرية.

الفطريات الكيسية غير الغطائية(Inoperculate Discomycetes)

يضم الصنف فطريات كيسية غير مكونة للأشنات وتكوّن ثمار كيسية كأسية (Apothecia) صغيرة ذات طبقة خصيبة مكشوفة وأكياس أحادية الغلاف (Unitunicate) غير غطائية (Inoperculate) تمتلك فتحة طرفية لتحرير الأبواغ الكيسية.

صنف *Leotiomycetes* رتبة *Erysiphalis*

فطريات البياض الدقيقي (Powdery Mildew Fungi)

تضم فطريات تسبب أمراض البياض الدقيقي على طيف واسع جدا من النباتات المزروعة والبرية.

جنس *Erysiphe* و *Blumeria* و *Sphaerotheca* و *Levellula* و *Uncinula* و *Uncinuliella* و *Pleochaeta* و *Microsphaera* و *Podosphaera* و *Phyllactinia* حسب التقسيم القديم(Zheng، 1985).

عشيرة *Phyllactineae* جنس *Phyllactinia* (الشكل الكونيدي *Ovulariopsis*) و *Leveillula* (الشكل الكونيدي *Oidiopsis*).

عشيرة *Erysipheae* جنس *Erysiphe* و*Microsphaera* و*Uncinula* (الشكل الكونيدي *Oidium*).

عشيرة *Blumeriae* جنس *Blumeria /Erysiphe* (الشكل الكونيدي *Oidium*)

عشيرة *Golovinomyceteae* جنس *Golovinomyces* (الشكل الكونيدي *Oidium*)

عشيرة *Cystotheceae* جنس *Podosphaera* و*Sphaerotheca* (الشكل الكونيدي *Oidium*) حسب (Heffer *et al.*،2006).

فطريات جنس *Erysiphe* تسبب أمراض البياض الدقيقي على محاصيل الحبوب والحشائش.

فطريات *Blumeria* تسبب أمراض البياض الدقيقي على محاصيل الحبوب والحشائش.

فطريات *Phyllactinia* و*Leveillula* تسبب أمراض البياض الدقيقي على الفلفل والطماطة.

فطريات *Sphaerotheca (S. pannosa)* تسبب أمراض البياض الدقيقي على الورد والخوخ.

فطريات *Microsphaera* تسبب مرض البياض الدقيقي على الليلك.

فطريات *Uncinula* يسبب الفطر *U. necator* مرض البياض الدقيقي على العنب.

فطريات *Podosphaera* يسبب الفطر *P. leuchotrica* مرض البياض الدقيقي على التفاح.

الفطريات الكيسية القرصية (Discomycetes) تضم الفطريات الكيسية التي تكوّن اكياسها في تراكيب ثمرية قرصية تتخذ أشكال الكأس أو الأسفنجة أو المخ وبعض الأشكال الصولجانية.

رتبة *Medeolariales* جنس *Meleolaria* الفطر *Meleolaria farlowii* ممرض على نبات *Medeola virginiana*.

رتبة *Helotiales* عائلة *Sclerotiniaceae* تتميز أنواع العائلة بتكوين الأجسم الحجرية والحشية الفطرية.

جنس *Sclerotinia* و *Monilinia*. الفطر *M. fructicola* مسبب مرض التعفن البني في الخوخ والثمار ذات النوى الحجرية. الفطر *Sclerotinia sclerotiorum* يسبب أمراض التعفن الأبيض وأمراض التعفن الطري على العديد من نباتات الخضروات ويسهم في أمراض تسقيط البادرات.

عائلة *Dermateaceae* جنس *Diplocarpon* (الشكل الكونيدي *Marssonina* و *Entomosporium*) و *Pseudopeziza* و *Atropellis*. الفطر *Diplocarpon rosae* مسبب مرض التبقع الأسود في نبات الورد الذي يظهر الطور الكونيدي *Marssonina rosae* حيث يكوّن الكونيدات في حصيرة فطرية. و *D. maculatum* مسبب مرض التبقع الأسود على التفاح والسفرجل وطوره الكونيدي *Entomosporium. Pseudopeziza trifolii* مسبب أمراض التبقع على عدد من النباتات البقولية مثل الجت. وأنواع *Atropellis* التي تسبب مرض التسوس في الصنوبر.

عائلة *Orbliaceae* تضم فطريات صائدة للنيماتودا مثل أنواع *Arthrobotrys* التي تكوّن حلقات من خيوط فطرية تطوق الدودة الثعبانية ثم تقوم بإختراقها والتطفل عليها.

رتبة *Rhytismatales* عائلة *Rhytismataceae* جنس *Rhytisma* و *Lophodermium* و *Thelebolus* و *Coprotus* و *Ascozonu*. الفطر *Rhytisma ascerinum* يسبب مرض بقعة القطران على أوراق أشجار القيقب. فطريات *Lophodermium* تسبب لفحة أوراق الصنوبر.

الفطريات القرصية الغطائية Operculate Discomycetes

صنف *Pezizomycetes* الفطريات الكيسية ذات الثمار الدورقية (Pyrenomycetes)

تتميز انواع هذه الفطريات بتكوين الثمار الكيسية الدورقية في الغالب. الأكياس بيضوية الى إسطوانية أحادية الغلاف تتكون عادة من الخيط المولد للأكياس وخطاف (Crozier) في طبقة خصيبة أو ان تصبح مبعثرة في الجسم الثمري. الأكياس من النوع الباقي وتحرر أبواغها بالقوة من خلال جهاز طرفي أو ان تكون متلاشية الغلاف تنتشر الأبواغ الكيسية منها بطريقة سلبية. تكوّن تراكيب عقيمة (Hamathecia) مؤلفة من نوع واحد أو أكثر من الخيوط الفطرية والنسيج البرنكيمي الكاذب. الأبواغ الكيسية مؤلفة من خلية إلى بضع خلايا مختلفة الأشكال. تضم أشكال لاجنسية وكونيدية مختلفة ومعقدة.

صنف *Sordariomycetes*

تحت صنف *Hypocreomycetidae*

رتبة *Hypocreales*

عائلة *Hypocreaceae*

جنس *Hypocrea* و*Sphaerostilbella* و*Hypomyces*.

الفطر *Hypocrea* تظهر أنواعه بضعة أشكال لاجنسية بضمنها *Trichoderma* و *Gliocladium* اللذين يستخدمان في المكافحة الحيوية لمسببات أمراض النبات.

عائلة *Nectriaceae* جنس *Nectria* و*Gibberella* (الأشكال الكونيدية *Fusarium* و *Tubercularia*). انواع الفطر *Nectria* مثل *N. galligena* تسبب تسوس اغصان وسيقان الأشجار منها التفاح والكمثرى. الفطر *Gibberella* يسبب أمراض تعفن القدم والساق في نباتات الذرة ومحاصيل الحبوب الأخرى.

عائلة *Clavicepitaceae* جنس *Claviceps* و*Cordyceps* و*Turrubiella* و*Epichloë* و*Balansia*. (تظهر الأشكال الكونيدية *Aschersonia*، *Acremonium*، *Hirssutella* أو *Gibelula*). الفطر *Claviceps purpurea* يسبب مرض الأركوت على الجاودار وغيره

من محاصيل الحبوب وينتج السموم الأركوتية الضارة بالإنسان والحيوانات.

رتبة *Melanosporales* جنس *Melanospora* الأشكال الكونيدية لهذا الجنس *Phialophora* و*Gonatobotrys* تتطفل على الغزل الفطري للعديد من الفطريات ومنها فطريات ممرضة للنبات(Agrios،1997).

رتبة *Microascales* عائلة *Ceratocystidaceae* جنس *Ceratocystis* (الشكل الكونيدي *Chalara*) و*Sphaeronemella*. الفطر *Ceratocystis fagacearum* يسبب مرض ذبول أشجار البلوط. والفطر *C. fimbriata* يسبب أمراض التسوس على الأشجار ذات النوى الحجرية وغيرها وتعفن جذور البطاطا الحلوة. الفطر *C. paradoxa* يسبب مرض تعفن العقب في الأناناس. والفطر *C. coerulescens* يسبب الصبغة الزرقاء في الأخشاب المقطوعة.

رتبة *Phyllachorales* جنس *Phyllachora* و*Polystigma* و*Glomerella* (الشكل الكونيدي *Colletotrichum*). الفطر *Glomerella cingulata* (الشكل الكونيدي *Colletotrichum gleoesporoides*) يسبب أمراض الأنثراكنوز على العديد من النباتات ومرض التعفن المر على التفاح. الفطر *Phyllachora graminis* يسبب مرض تبقع الأوراق على الحشائش.

تحت صنف *Sordariomycetidae* رتبة *Diaporthales* من أجناس الرتبة *Diaporthe* و*Gnomonia* و*Cryphonectria* و*Leucostoma* = *Valsa* و*Gaeumannomyces* و*Magnaporthe*. الفطر *Diaporthe citri* مسبب مرض ميلانوز الحمضيات و*D. vexanas* مسبب تعفن ثمار الباذنجان و*D. phaseolorum* مسبب تعفن ساق وقرون فول الصويا. هذه الفطريات تكوّن الشكل الكونيدي *Phomopsis*. وتضم الفطر المعروف *Cryphonectria parasitica* مسبب مرض لفحة اشجار الكستناء. فطريات *Gnomonia* تسبب أمراض الأنثراكنوز وتبقع الأوراق. الفطر *Gaeumannomyces*

graminis يسبب مرض الكاسح على محاصيل الحبوب والحشائش. الفطر *Magnaporthe grissea* (الشكل الكونيدي *Pyricularia oryzae*) يسبب مرض الشرى الخطير على الرز. وفطريات *Valsa* تسبب تسوس اشجار الخوخ وغيره من الأشجار المثمرة واشجار الأخشاب. وتضم الرتبة أشكال كونيدية مثل *Greeneria uvicola* مسبب التعفن المر في العنب و*Discula destructive* مسبب الأنثراكنوز (Anderson *et al.*، 1993).

رتبة *Ophiostomatales* من أجناس الرتبة *Ophiostoma* و*Fragosphaeria*. الفطر *Ophiostoma ulmi* يسبب مرض أشجار الدردار الهولندي و*O. novo- ulmi* يسبب شكلا اخطر من مرض أشجار الدردار الهولندي وهو المرض المنتشر حديثا (الشكل الكونيدي *Sporothrix* و*Leptographium*).

رتبة *Sordariales* من أجناس الرتبة *Sordaria* و*Podospora* و*Neurospora* و *Lasiosphaeria* و*Chaetomium*. فطريات *Chaetomium* متلفة للمواد السليلوزية ومضادة لبعض الفطريات المرضة.

تحت صنف *Xylariomycetidae* رتبة *Xylariales* من أجناس الرتبة *Xylaria* و *Hypoxylon* و*Anthostomella* و*Diatrype* و*Graphostroma* و*Eutypa* و*Roselinia*. فطريات *Xylaria* تسبب تسوس الأشجار وتعفن الأخشاب. الفطر *Hypoxylon mammatum* يسبب تسوس خطير على أشجار الحور. الفطر *Eutypa armeniacae* يسبب أمراض تسوس خطيرة على الأشجار المثمرة والعنب. الفطر *Roselinia ncatrix* يسبب أمراض الجذور على الأشجار المثمرة والعنب.

الفطريات الناقصة Imperfect Fungi

ثمة عدد كبيرمن انواع الفطريات المهمة يزيد عددها عن 20 000 نوعا تتكاثر بطريقة لاجنسية فقط أو أن تكاثرها الجنسي غير مكتشف لحد الآن (Alexopoulos *et al.*، 1996). في العديد من الحالات حيث يكتشف الطور الجنسي للفطر الناقص فإنه يكون

من الفطريات الكيسية وفي حالات قليلة من الفطريات البازيدية. هذه الفطريات تمتلك غزلا فطريا جيد التكوين مقسم. وحيث ان تقسيم الفطريات الى شعب يستند الى الطور الجنسي للفطر فإن هذه المجوعة لم تصنف ضمن شعبة خاصة بها لكنها تعالج مع شعبتي الفطريات الكيسية والبازيدية. النمو الفطري الذي يكوّن أبواغ لاجنسية فقط اصطلح على تسميته بالطور الكونيدي أو الناقص (Anamorph) بينما الفطر المكون للطور الجنسي يسمى بالطور التام (Teliomorph). في العديد من الحالات تكوّن الفطريات طورا جنسيا لكن طورها اللاجنسي يكون احد الفطريات الناقصة. أستخدم نظام تصنيف Saccardo الذي أنشأه سنة 1899 لتصنيف الفطريات الناقصة وهو يعتمد بالأساس على الصفات الكونيدية. ثم استبدل بنظام تصنيف Hughes–Tubaki–Barron الذي يستفاد من طريقة تكوين الكونيدات. ويتضمن عمل (1986) Barnett & Hunter مفاتيح تصنيفية ووصفا للأجناس. وقدم(1994) Sutton Hennbert & تشخيصا للفروق الدقيقة في نشوء الأبواغ على حواملها من أجل تشخيص الأجناس والأنواع. لكن في جميع الحالات تعتبر هذه المحاولات تقسيمات إصطناعية وليست طبيعية. في جدول 12.1 أهم الفطريات الناقصة والأمراض التي تسببها.

جدول 12.1: أهم الفطريات الناقصة والأمراض التي تسببها عن: (Agrios،1997)

الطور الكونيدي	الطور التام	الأمراض
Geotrichum candidum		مرض التعفن الحامض على الفواكه والخضروات
Penicillium	*Talaromyces*	*Penicillium*التعفن الأزرق على الثمار الثمار
Aspergillus	*Eurotium*	عفن الخبز وتعفن البذور
Paecilomyces	*Byssochlamys*	فطر مكافحة حيوية ضد النيماتودا والذبابة البيضاء
Oidium	*Erysiphe*	البياض الدقيقي
Chalara	*Ceratocystis*	ذبول البلوط وتسوس الأشجار
Acremonium	*Epichloe*	فطر مستنبت على الحشائش

مرض الدردار الهولندي	Ophiostoma	Sporothrix، Graphium
فطر مكافحة حيوية ضد الفطريات	Hypocrea	Trichoderma
أمراض الذبول	Hypocrea	Verticillium
ذبول وتعفن جذور وسيقان وبذور	Gibberella	Fusarium
أمراض الأنثراكنوز	Glomerella	Colletotrichum
مرض سيكاتوكا على الموز	Mycosphaerella	Cercospora
أمراض تبقع الأوراق	Mycosphaerella	Septoria
التعفن الأسود على العنب	Guinardia	Phyllosticta
أمراض تبقع الأوراق واللفحة	Lewia	Alternaria
تعفن ثمار الطماطة	Pleospora	Stemphylium
تبقع الأوراق وتعفن الجذور في الحشائش	Cochliobolus	Bipolaris
تبقع الأوراق على الحشائش	Pyrenophora	Drechslera
تبقع الأوراق على الحشائش	Setosphaera	Exserohilium
تبقع الأوراق على الحشائش	Cochliobolus	Curvularia
ا العفن الرمادي عليالطماطة، و جرب الخوخ والبلوط	Fulvia، Venturia	Cladosporium
التعفن الأسود على التفاح	Physalospora	Sphaeropsis
العفن الرمادي على العديد من النباتات	Botryotinia	Botrytis
التعفن البني على ثمار اللوزيات	Monilinia	Monilia
التبقع الأسود على نبات الورد	Diplocarpon	Marssonina
تبقع أوراق وثمار الكمثرى	Diplocarpon	Entomosporium
أمراض تبقع الأوراق	Mycosphaerella	Cylindrosporium

Melanconium	*Greeneria*	التعفن المر على العنب
Rhizoctonia solani	*Thanatephorus*	تعفن الجذر والساق
Sclerotium rolfsii	*Aethalium*	اللفحة الجنوبية

شعبة الفطريات البازيدية *Basidiomycota* تعتبر أكثر شعب الفطريات تطورا تضم الفطريات المأكولة والسامة والخمائر البازيدية وأخطر أنواع المسببات لأمراض الصدأ والتفحم وغيرها. ما يميز الشعبة تكوينها للأبواغ البازيدية والغزل الفطر الثنائي النوى.

فطريات الصدأ Rust Fungi

تحت شعبة *Pucciniomycotina*

صنف *Pucciniomycetes*

الفطريات اللبادية (Felt Fungi)

رتبة *Helicobasidiales*

من أجناس الرتبة *Helicobasidium* و *Tuberculina* .

ثمة ملاحظات جديرة بالأهتمام تعرضها انواع *Tuberculina* و *Helicobasidium*. لهذين الفطرين طريقة مميزة لإصابة فطريات الصدأ(Lutz *et al.*،2004) .

رتبة *Platygloeales*

من أجناس الرتبة *Platygloea* و *Eocronartium*.

رتبة *Pucciniales*

هذه الفطريات طفيليات مجبرة على النباتات مسببة أمراض الصدأ. من أجناس الرتبة *Puccinia* و *Uromyces* و *Coelosporium* و *Cronartium* و *Hemileia* و *Melampsora* و *Phakopsora* و *Phragmidium* و *Uredinopsis* و *Endophyllum* و Holt،2005;

Gymnosporangium (Agrios،1997; Hibbett *et al.*،2007). فطريات *Puccinia* تسبب أمراض الصدأ على العديد من محاصيل الحبوب وغيرها. الفطر *Uromyces appendiculatus* يسبب مرض الصدأ على الفاصوليا. فطريات *Cronartium* تسبب صدأ الساق على أشجار الصنوبر. الفطر *Gymnosporangium juniperi-virginianae* يسبب مرض صدأ الأرز – التفاح. الفطر *Hemileia vastatrix* يسبب مرض صدأ البن. الفطر *Melampsora lini* يسبب مرض صدأ الكتان. الفطر *Phragmidium* يسبب مرض صدأ الورد. الفطر *Phakopsora pacchyrhizi* يسبب مرض صدأ فول الصويا.

صنف *Cystobasidiomycetes* جنس *Sakaguchia* و*Cyrenella* (Hibbett *et al.*،2007).

رتبة *Cystobasidiales* من أجناس الرتبة *Cystobasidium* و *Rhodotorula* و*Occultifur*. الفطر *O. internus* طفيلي على الفطريات و*Cystobasidium* والذي يكون ممصات تريميلويدية (Tremelloid) مشابهة بذلك الفطر *Occultifur* مما يشير الى قدرة تطفلية على الفطريات(Aime *et al.*،2007).

تحت شعبة *Ustilaginomycotina*

فطريات التفحم Smut Fungi

تضم الفطريات المسببة لأمراض التفحم.

صنف *Ustilaginomycetes*

رتبة *Urocystales*

من أجناس الرتبة *Urocystis* و*Ustacystis* و*Urocystis* .*Doassansiopsis* أنواعه تسبب أمراض التفحم العلمي (Flag smuts) على محاصيل الحبوب والحشائش. الفطر *Urocystis cepulae* يسبب مرض التفحم على البصل.

رتبة *Ustilaginales*

من أجناس الرتبة *Ustilago* و*Cintractia* و*Thecaphora* و*Sporisorium* و

Sphacelotheca . فطريات *U. nuda* ،*Ustilago* مسبب مرض التفحم السائب على الشعير و*U. tritici* على القمح و*U. avenae* على الشوفان و*U. maydis* على الذرة. الفطر *Sporisorium sorghi* يسبب مرض التفحم المغطى على الذرة البيضاء (Sorghum) و*S. cruentum* يسبب مرض التفحم السائب على الذرة البيضاء. و*Sphacelotheca* يسبب مرض تفحم السنابل على الذرة البيضاء. فطريات *Cintractia* و*Doassansiopsis* تسبب أمراض التفحم على عدد من انواع النباتات والأدغال(Piepenbring ،2001; BioImages: The Virtual Field-Guide (UK). 2008).

صنف *Exobasidiomycetes*

رتبة *Entylomatales*

جنس *Entyloma* . الفطر *Entyloma oryzae* يسبب مرض التفحم على الرز.

رتبة *Exobasidiales*

من أجناس الرتبة *Exobasidium* و*Clinoconidium* و*Dicellomyces*. فطريات *Exobasidium* تسبب تكوين الأورام على الأزهار والأوراق والسيقان على عدد من نباتات الزينة.

رتبة *Georgefischeriales* من أجناس الرتبة *Georgefischeria* و *Phragmotaenium* و *Tilletiaria* و *Tilletiopsis* . فطريات *Georgefischeria* تصيب نباتات عائلة *Convolvulaceae* (Bauer *et al.* ،2008).

رتبة *Tilletiales* من أجناس الرتبة *Tilletia* و*Conidiosporomyces* و*Erratomyces* . الفطر *Tilletia caries* يسبب مرض التفحم المغطى على القمح. و*T. indica* يسبب مرض التفحم المغطى الجزئي على القمح.

تحت شعبة *Agaricomycotina*

العراهين Mushrooms

صنف *Agaricomycetes*

تحت صنف *Agaricomycetidae*

رتبة *Agaricales* من أجناس الرتبة *Agaricus* و*Coprinus* و*Pleurotus* و*Armillaria* و*Crinipellis* و*Marasmius* و*Pholiota*. يسبب الفطر *Armillaria mellea* أمراض تعفن الجذور على الأشجار المثمرة وأشجار الغابات. الفطر *Crinipellis perniciosus* يسبب مرض مكنسة لساحرة على أشجار الكاكاو. الفطر *Marasmius* يسبب مرض حلقة الجن على نباتات الثيل. فطريات *Pleurotus* تسبب أمراض التعفن الأبيض على الأخشاب والأشجار الحية. فطريات *Pholiota* تسبب أمراض التعفن البني على اخشاب الأشجار النفضية.

رتبة *Corticiales* من أجناس الرتبة *Corticium* و*Vuilleminia* و*Punctularia*. فطر *Corticium* يسبب مرض الخيط الأحمر على نباتات الثيل.

رتبة *Gloeophyllales* من أجناس الرتبة *Gloeophyllum* و*Polyporus* و*Fomitopsis* و*Phanerochaete* و*Neolentinus* و*Veluticeps* و*Boreostereum* و*Donkioporia*. فطريات *Polyporus* تسبب أمراض تعفن القلب في الأشجار الحية وتعفن الخشب والأشجار الميتة.

رتبة *Russulales* من أجناس الرتبة *Russula* و*Aleurodiscus* و*Bondarzewia* و *Hericium* و*Peniophora* و*Stereum*. فطريات *Peniophora* تسبب تعفن أخشاب الصنوبر.

رتبة *Aphyllophorales* جنس *Inonotus* و*Phellinus* و*Ganoderma* و*Phomes* و*Heterobasidium* و*Cantharellus* و*Serpula* و*Stereum* و*Veluticeps* و *Chondrostereum* و*Inonotus* و*Postia*. فطريات *Phellinus* تسبب أمراض تعفن الجذور في الأشجار. الفطر *Heterobasidium annosum* يسبب مرض تعفن الجذور على المخروطيات وغيرها من الأشجار. الفطر *Ganoderma* محلل للأخشاب ويمكن

ان يسبب أمراضا تحت ظروف معينة. الفطر *Serpula lacrimans* يسبب مرض التعفن الجاف. فطريات *Stereum* من محللات الأخشاب المعروفة التي تترافق مع جروح الأشجار. معظم الأنواع مسببة للتعفن الأبيض على الأخشاب لكن أنواع *Veluticeps* تسبب تعفن بني على أشجار المخروطيات. الفطر *Chondrostereum purpureum* يسبب مرض الورقة الفضية على الأشجار. فطريات *Inonotus* تسبب أمراض تعفن القلب على الأشجار وتعفن الخشب والأشجار الميتة. فطريات *Postia* تسبب تعفن الخشب والجذور على اشجار الغابات.

رتبة *Ceratobasidiales* جنس *Ceratobasidium* و*Thanatephorus* و*Typhula*. الفطر *Thanatephorus cucumeris* هو الطور التام للفطر الناقص الممرض للنبات المعروف *Rhizoctonia solani*. فطريات *Typhula* تسبب تعفن الثلج على الثيل.

الفصل الثاني Chapter 2
تشخيص الإصابات الفطرية و عزل الفطريات الممرضة

Identification of Fungal Infections
& Isolation of Plant Pathogenic Fungi

تشخيص الإصابات الفطرية
Identification of Fungal Infections

تتميز الإصابات الفطرية عادة بظهور أعراض مميزة (أنظر أعراض الإصابات الفطرية) أو علامات الفطر. لغرض التعرف على الفطريات المسببة للمرض على النبات ينبغي فحص النماذج المصابة أولا فقد يكون الفطر المسبب ناميا على الجزء المصاب مكونا غزلا فطريا وأبواغا او أجساما حجرية وهذا يمكن ان يتحقق بالفحص بعدسة مكبرة (في الحقل) او المجهر المجسم أو المجهر الضوئي المركب (في المختبر). وفي حالات عديدة يمكن تشخيص الفطر المسبب من خلال معطيات الفحص المجهري والأعراض الظاهرة على النبات او الجزء المصاب. ولكن في حالات كثيرة ايضا لا تظهر نموات الفطر او علاماته بشكل واضح على النسيج المصاب. في هذه الحالة يمكن وضع النبات او العضو المصاب منه في غرفة رطبة لمدة 24 – 48 ساعة لغرض تشجيع الفطر على النمو وتكوين الأبواغ التي تسهل عملية التشخيص. في أغلب الحالات يتوجب عزل الفطر على وسط زرعي عام أو خاص من أجل التمكن من فحصه جيدا وتشخيصه. لكن

ليس جميع الفطريات الممرضة للنبات يمكن أن تنمو على الأوساط الزرعية. فمسببات أمراض البياض الدقيقي والزغبي ومعظم مسببات أمراض الصدأ (بعضها يمكن زرع اطوار معينة من دورة حياته) ومسببات أمراض التفحم لا تنمو على الأوساط الزرعية وهي طفيليات مجبرة.

في حالة التمكن من مشاهدة نموات الفطر وتراكيبه التكاثرية يمكن تشخيص الجنس الذي ينتمي اليه الفطر في الكثير من الحالات مستعينين بالمراجع المناسبة. لكن تشخيص النوع يتطلب دراسة مستفيضة وتنمية الفطر على اوساط خاصة أو حضانته في ظروف حرارة وإضاءة معينة. ويتطلب الأمر في الكثير من الحالات تخصص وخبرة مناسبة مع توفر المراجع المطلوبة. مع ذلك يمكن أن يتطلب الأمر تأكيد التشخيص من أساتذة متخصصين محليين أو من معاهد عالمية معروفة.

عزل الفطريات الممرضة للنبات

Isolation of Plant Pathogenic Fungi

في أغلب الحالات لا يوجد الفطر المسبب للمرض لوحده على النبات او العضو المصاب. هناك الكثير من أنواع الفطريات والخمائر والبكتريا والحيوانات الأبتدائية الموجودة عادة على سطوح الأجزاء النباتية (المنابتات Epiphytes والملوثات) وأحيانا بداخلها (المستنبتات Endophytes) أو كمسببات مرضية ثانوية نمت بعد الإصابة الأولية بالفطر وكسر دفاعات العائل. وعليه فإن توفير وسط غذائي ينقل اليه جزء من العضو أو النسيج النباتي المصاب يعني نمو الفطر المسبب ومعه واحد او اكثر من هذه الأحياء الدقيقة. الغلبة او الظهور ستعتمد على سرعة النمو وعدد الوحدات اللقاحية الخ. والتي ربما تكون لغير المسبب المرضي. وللتغلب على هذه المشاكل وغيرها ثمة اجراءات متسلسلة ينبغي إتباعها من أجل الحصول على الفطر المسبب في مزرعة نقية.

1. تنظيف النموذج بغسله تحت تيار من ماء الحنفية من اجل إزالة الغبار او دقائق التربة والكثير من الملوثات الحية.

2. تقطيع العضو المصاب (جذر، ساق أو أوراق) الى أجزاء صغيرة طولها بحدود 1 – 2 سم بحيث تحتوي على البقعة أو القرحة أو التعفن أو التسوس مع منطقة محيطة من الأنسجة السليمة. يتم ذلك لأن الفطر قد يكون ميتا في مركز البقع المصابة بينما يكون حيا في الأنسجة المحيطة بها.

3. التعقيم السطحي من اجل قتل الملوثات من الأحياء الدقيقة والتي تبقت بعد عملية الغسل علما ان هذه العملية ستؤثر على الفطر المسبب للمرض إذا ما تعرضت اجزاؤه لها. لذلك لا بد من أن تكون عملية التعقيم لفترات مختلفة الطول يمكن خلالها أن يبقى جزءا من الفطر المسبب حيا. عموما تعرض الأجزاء الرقيقة الغضة كالأوراق أو الجذور الصغيرة لفترات أقصر من تعريض السيقان أو الجذور السميكة أو البذور. تتم عملية التعقيم بواسطة غمر قطع الأجزاء المصابة بالمحلول المعقم هيبوكلورات الصوديوم 0.5 ٪ (محلول الكلوراكس التجاري مخفف 1 الى 9) وهو الأكثر إستخداما او كلوريد الزئبقيك 0.1 ٪ علما أن هذه المادة سامة جدا أو الكحول الأثيلي 70 ٪. بعد عملية الغمر في محلول هيبوكلورات الصوديوم ترفع بعض القطع بعد دقيقة واحدة ثم ترفع مجموعة اخرى بعد دقيقة ونصف وهكذا لحد 3 دقائق وتنقل الى الماء المعقم الموجود في 3 كؤوس او أطباق بتري موضوعة بالتسلسل حيث ينقل منها بالتتابع من أجل تخليص النموذج من متبقيات المادة المعقمة. بعد الغسل الأخير تنقل النماذج الى طبق بتري يحتوي على ورق نشاف معقم من أجل تخليصها من الماء الزائد. بعدها تنقل الى اطباق تحتوي على وسط ماء أكار (2 ٪ Water Agar)و أخرى تحتوي على وسط غذائي عام للفطريات مثل بطاطا دكستروز أكار (Potato Dextrose Agar (PDA أو مالت أكار (Malt Agar) أو تشجابكس أكار (Czapeck's Agar) الخ. الوسط ماء أكار يتكون من ماء ومادة الأكار المصلبة الخاملة والخالية من المواد الغذائية فهو يوفر بيئة رطبة مناسبة لدعم نمو الفطر الذي يستحصل المادة الغذائية من النسيج النباتي. هذه الطريقة ستحرم الملوثات الباقية المحتملة من المواد الغذائية التي تتيحها الأوساط الغذائية الأخرى بينما تتيح الفرصة أكثر

للمسبب المرضي الذي إعتاد على ذلك ويمتلك الإنزيمات اللازمة. الأوساط الغذائية الأخرى الغنية ستوفر المواد الغذائية اللازمة لنمو الفطر المسبب المضعّف خلال عملية التعقيم لكنها قد تشجع نمو الملوثات المتبقية. تحضن الأطباق في درجة حرارة 25 – 28 مْ لمدة 3 – 7 ايام أو أكثر حيث تفحص بإستمرار لملاحظة ظهور نموات الفطر.

4. عند ظهور نمو الفطر بشكل مستعمرة أو مستعمرات نقية تنقل اجزاء قليلة منها بواسطة إبرة تلقيح معقمة الى أطباق تحتوي على الوسط الغذائي الغني مثل PDA وتحضن كما سبق ذكره. يتم حفظ الفطر وذلك بتلقيح أنابيب تحتوي على الوسط الغذائي PDA المائل (Slant) أو الى أنابيب تحتوي على الوسط الغذائي الفقير بطاطا جزر أكار (Potat Carrot Agar) إذا اريد المحافظة على نمو الفطر لفترات طويلة. أما إذا ظهرت نموات لفطريات أو بكتريا ملوثة الى جانب الفطر المسبب فيتوجب إعادة عزل الفطر من الطبق ونشره على طبق آخر يحتوي على مضاد حيوي (Penicillin + Streptomycin) إذا كان الملوث بكتيري أو على مبيد فطري معروف بتثبيطه لنمو الفطر الملوث (مثلا المبيد Botran معروف بتثبيطه للفطريات الملوثة *Rhizopus* و*Mucor*) أو صبغة Rose Bengal أو Congo Red التي تحدد قطر المستعمرات النامية وتمنع إنتشارها وتداخلها وغير ذلك أو من خلال تكرار عملية التنقية أو اللجوء الى عملية التخفيف وغيرها من عمليات تنقية المزارع الفطرية.

من بين انواع الفطريات المعروفة (حوالي 250 ألف نوع) هناك حوالي 10 آلاف نوعا تسبب أمراضا في النباتات و300 نوعا تسبب أمراضا في الإنسان والحيوان. النوع الواحد يمكن ان يصيب نوع نباتي واحد او اكثر وجميع انواع النباتات يمكن ان تصاب بأنواع معينة من الفطريات.

الفصل الثالث Chapter 3

خصائص الفطريات الممرضة للنبات

Characteristics of Plant Pathogenic Fungi

التطفل (Parasitism)

تتميز الفطريات الممرضة للنبات في كونها طفيلية أي انها تعيش على أو داخل النبات وتستحصل المواد الغذائية الأساسية منه دون ان تقدم منفعة معينة للنبات العائل. وبهذا التعريف نميزها عن الفطريات المكونة للمايكورايزا والمستنبتات التي توصف بأنها متطفلة على النبات، حيث ان المايكورايزا تستحصل المواد العضوية من العائل لكنها تفيد العائل في الكثير من المنافع اهمها مساعدته في الحصول على المزيد من العناصر المعدنية والماء. كما ان المستنبتات يمكن أن توفر مواد أيضية مضادة للحشرات وغيرها. تختلف الفطريات في درجة تطفلها، فهناك فطريات تقضي كامل دورة حياتها طفيلية على العائل فتسمى فطريات مجبرة التطفل (Obligate Parasites) وهذه الفطريات مع إستثناءات قليلة مثل الفطر *Venturia inaequalis* لا يمكن تنميتها على الأوساط الزرعية ويتم التعامل معها من خلال إدامتها على نباتات عائلة. وهناك فطريات تقضي معظم دورة حياتها طفيلية على العائل ويمكنها تحت ظروف معينة قضاء باقي دورة حياتها رمية بالنموعلى المواد العضوية الميتة، هذه الفطريات تسمى إختيارية الترمم (Facultative Saprophytes). وهناك مجموعة ثالثة من الفطريات تقضي معظم دورة حياتها بشكل رمي ويمكن أن تقضي جزءا آخر من دورة حياتها طفيلية على النبات، هذه المجموعة تسمى إختيارية

التطفل (Facultative Parasites). إن الفطريات من المجموعتين الأخيرتين يمكن زراعتهما في المختبر وعلى الأوساط الزرعية المناسبة.

الأمراضية(Pathogenicity)وهي مجموعة الصفات التي تمكن الممرض من تحقيق العلاقة الطفيلية وإدامتها والنمو والتكاثرعلى العائل والتي تتضمن بالضرورة التداخل مع الوظائف الحيوية والسلامة التركيبية لخلايا وأنسجة العائل مما يؤدي الى نشوء المرض في النبات العائل. فعملية التطفل التي تؤثر في إقتصاد النبات من المواد الغذائية تؤثر سلبا بدرجة معينة، لكن النشاط التخريبي لإنزيمات الممرض الذي يتضمن تحليل جدران الخلايا وتكوين السموم التي تثبط عمل بعض الإنزيمات أو الأغشية الخلوية والتداخل مع التوازن الهرموني للنبات وحرف العمليات الفسلجية عن مساراتها الإعتيادية تعمق كثيرا من أضرار التطفل وتكون بمجموعها العوامل التي تؤدي الى نشوء المرض. إن الأمراضية مقياس وصفي (Quantitative) فأما ان يكون الفطر ممرضا او لا. الفطر الذي يمتلك الصفات المظهرية والفسلجية التي تؤهله لتحقيق المرض في النبات يسمى ممرضا (Pathogen). حسب تعريف جمعية أمراض النبات الأمريكية (-American Phyto pathological Society) الأمراضية تعني قدرة الممرض على إحداث المرض على نوع نباتي معين(Sacristán & García-Arenal،2008).

لا يعتبر الفطر ممرضا إلا إذا تم عزله من نبات مصاب وأختبرت قدرته الأمراضية بتطبيق فرضيات كوخ أو بعض الإختبارات المناسبة الأخرى. تم تشخيص 79 جينا تحملها الفطريات المرضة وتتعلق بقدراتها الأمراضية، تكوين تراكيب الإصابة، الإنزيمات المحللة لجدران خلايا العائل، الإستجابة لبيئة العائل، تخليق السموم وسلاسل الأشارات(Idnum & Howlett،2001).

الضراوة (Virulence):وهي القدرة العالية على إحداث المرض والإضرار بالعائل، فهي مقياس لدرجة الأمراضية للممرض أي انها مقياس كمي (Qualitative) لدرجة الأمراضية ضمن تعدادات الممرض. وهكذا يمكن لفطر ممرض معين أن يفشل في تحقيق

الإصابة والمرض على نبات حساس تحت الظروف البيئية الملائمة بسبب إنخفاض درجة أمراضيته أو فوعته. فقد يفتقد الفطر القدرة على تكوين إنزيم أو سم أو هرمون او أي مادة أو تركيب ضروري لإحداث المرض أو انها تتكون ولكن ليس بالتركيز أو الشكل المطلوب مما يؤدي الى الفشل في إحداث المرض.

الفطر الممرض الذي يمتلك الدرجة العالية من الأمراضية والتي تمكنه من إحداث المرض يقال عنه ضاري (Virulent)، أما الذي لايمتلك تلك الدرجة من الأمراضية ويفشل في تحقيق المرض على النباتات الحساسة تحت الظروف الملائمة فيسمى غير ضاري (Avirulent).

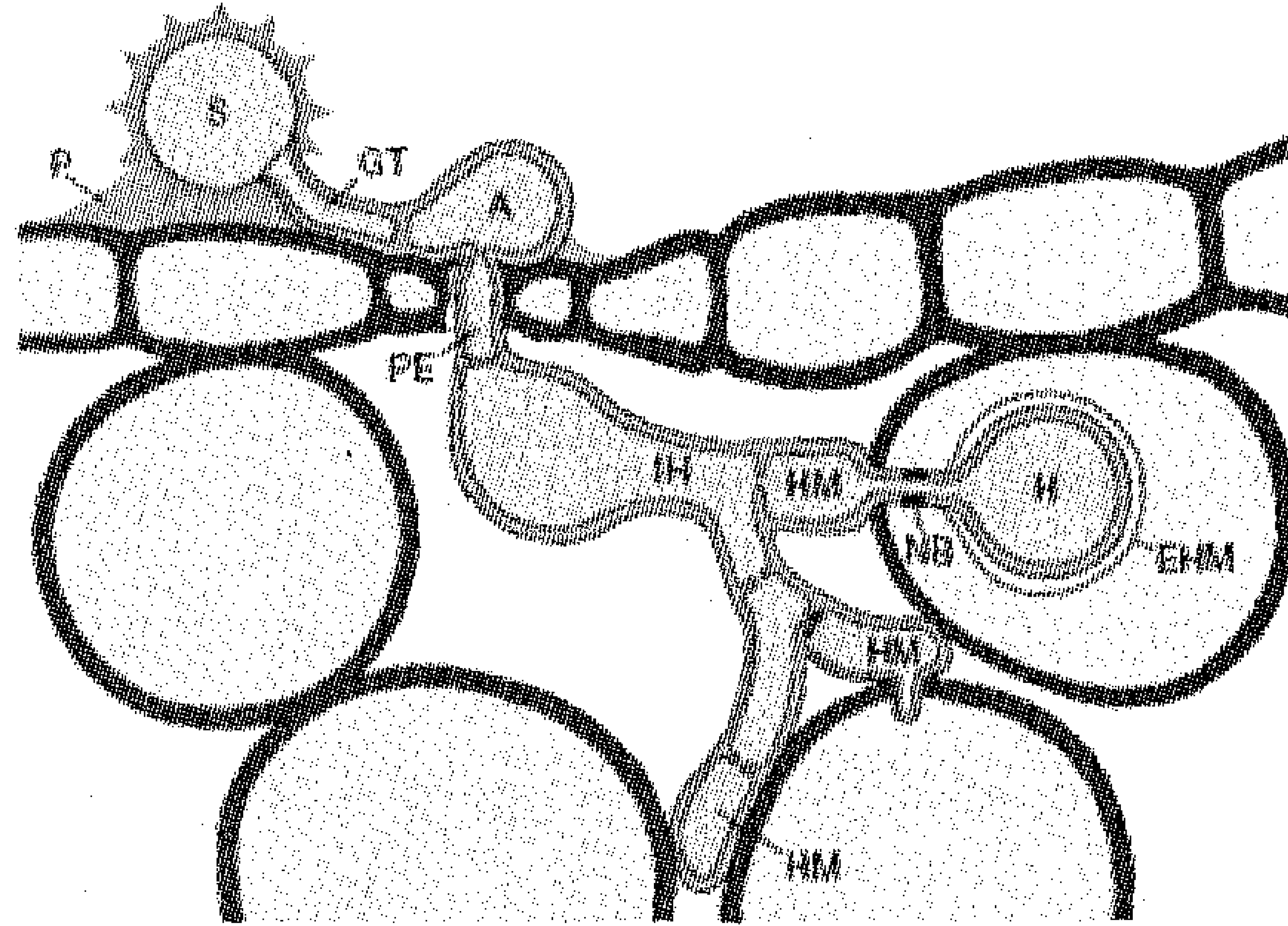
ويمكن أن تختلف ضراوة الممرض حسب عزلة الفطر الممرض كما تختلف الضراوة على الأصناف المختلفة للنبات العائل. ويمكن للفطر الضاري او غيره من الممرضات ان يفقد هذه الصفة نتيجة حفظ العزلة على الوسط الزرعي لفترات طويلة وهذا يرجع الى وفرة المواد الغذائية وسيادة الخطوط الخلوية غير الضارية في المزرعة. كما تفقد الضراوة نتيجة تمرير الممرض على عوائل مختلفة. ويمكن أحيانا إسترداد الضراوة بإمرار الفطر الممرض على نباتات حساسة حيث تنتخب الخلايا الضارية القليلة التي تكون قادرة على إحداث الإصابة. ولكن يمكن ان تفقد الضراوة نهائيا.

طبيعة التغذية (Mode of Nutrition) مع ان جميع الفطريات غيرية التغذية (Heterotrophic) إلا أننا يمكن ان نميز ثلاثة انماط من التغذية في الفطريات الممرضة للنبات:

التغذية الأحيائية (Biotrophic Nutrition)

وفيها يقوم الفطر الممرض بالنمو مابين الخلايا ويغزو عدد قليل منها ليكوّن ممصات تساعد في الحصول على المواد الغذائية من الأنسجة الحية للنبات ولايؤدي نشاطه الأمراضي الى قتل الأنسجة إلا في مراحل متاخرة من دورة المرض (Deacon،2005). وقد يرجع ذلك الى حاجة الفطريات الممرضة الى مواد ضرورية لا تتوفر إلا من خلايا

حية، أو أنها تحصل على كل إحتياجاتها الغذائية مع بقاء الأنسجة حية ولا تنشأ حاجة لإستخدام السموم أو الإنزيمات المحللة لمواد الخلية الحيوية. بل أن الموت المبكر للأنسجة يمكن ان يؤدي الى تحديد نمو او موت الفطر الممرض.



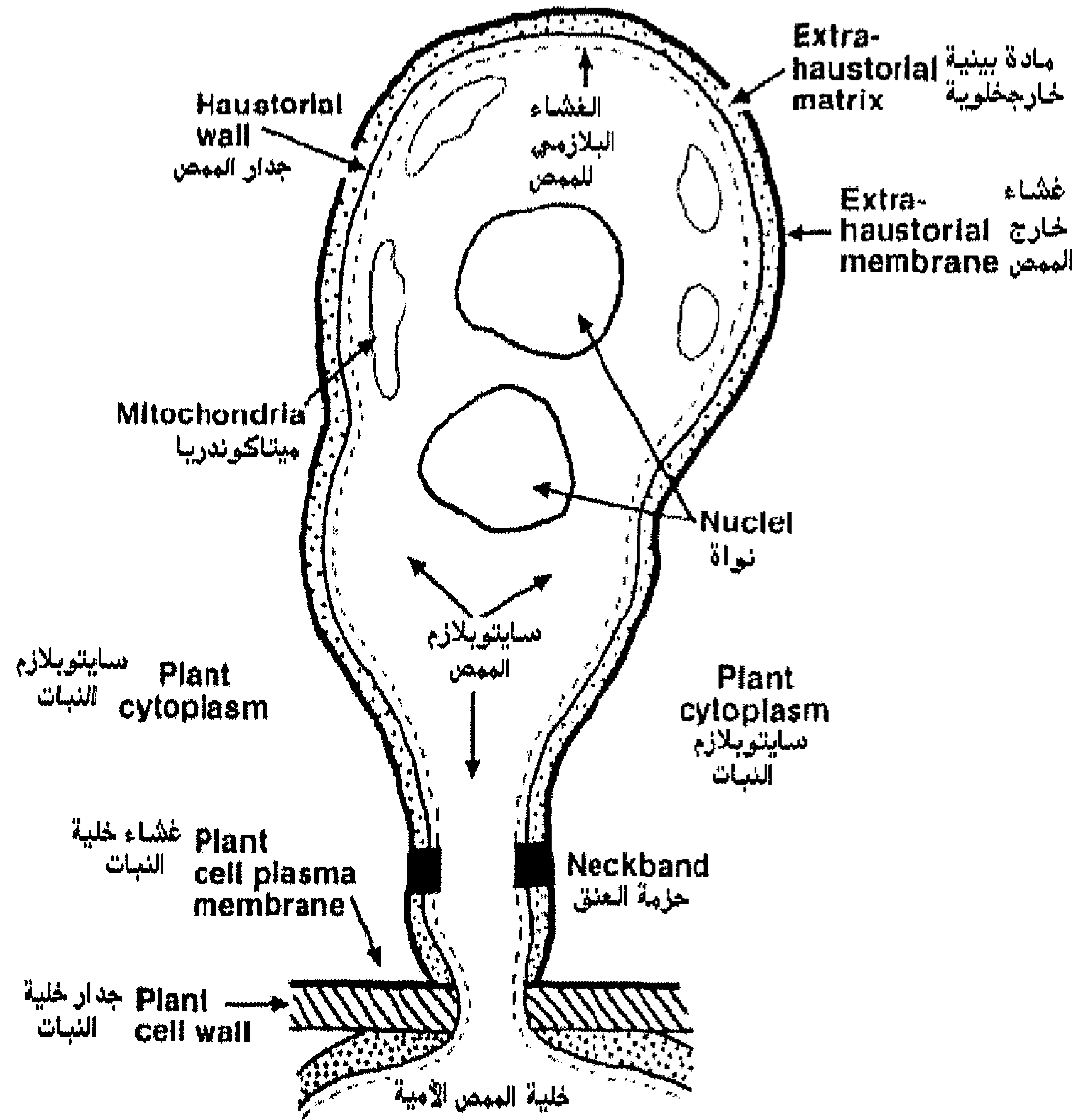
شكل**3.1**: رسم تخطيطي للإصابة الأحيائية التغذية للفطر Uromyces fabae. (**GT**) إنبوب إنبات يخرج من البوغ اليوريديني (**S**) يلتصق بالعائل بواسطة وسادة إلتصاق (**P**). بعد التعرف على الخلايا الحارسة يتكون عضو لاصق (**A**) على الثغر. ينشأ بروز الإختراق (**PE**) حيث يصل الى فراغ تحت الثغر ويستطيل ليكون خيط إصابة (**IH**) وعند ملامسة خلية العائل تتكون خلية مولدة للمص (**HM**) ينشأ عنها الممص(**H**) ومما يميز الممص للغزل الفطري الثنائي النواة تكون حلقة داكنة (**NB**)على عنق الممص وتكون غشاء يحيط بالممص (**EHM**). بعد تكوين الممص يتفرع خيط الإصابة الى خيوط فطرية بينية.

عن: (**Mendgen & Hahn،2002**)

تتميز هذه الفطريات بالصفات العامة التالية:

1. تكوّن تراكيب إصابة عالية التطور.
2. ذات نشاط إفرازي محدود، خصوصا ما يتعلق بالإنزيمات المحللة.
3. تكوين طبقات سطحية بينية غنية بالكاربوهيدرات وتحتوي على بروتينات، تفصل بين الأغشية الخلوية للفطر الممرض والنبات العائل.
4. تمتلك القدرة على تعطيل دفاعات العائل لفترة طويلة.

5. تكوين الممصات وهي خيوط فطرية متخصصة بإمتصاص وتأييض المواد الغذائية(Mendgen & Hahn،2002). هذا النوع من التغذية تمارسه الفطريات المجبرة التطفل مثل تلك المسببة لأمراض الصدأ والبياض الزغبي والدقيقي وكذلك مسببات أمراض التفحم (شكل3.1 و3.2).



شكل 3.2: رسم تخطيطي لممص نموذجي للفطر *Puccinia graminis*. المنطقة البينية مابين سايتوبلازم النبات والفطر تشمل الغشاء البلازمي للممص وجدار الممص والمادة البينية خارج الممص(طبقة جيلية غنية بالسكريات) والغشاء خارج الممص(ناتج عن إنبعاج الغشاء البلازمي لخلية النبات). حزمة العنق تختم المادة البينية خارج الممص عن منطقة جدار خلية النبات حيث تكون المادة البينية مكون معزول شبيه بالجوار البلازمي (الأبوبلاست). يحتوي الممص على السايتوبلازم ونواتين وميتاكوندريا وغيرها من عضيات الخلية، كما أنه يكون مرتبط مباشرة بخلية الممص الأمية والتي من خلالها يتم نقل المواد الغذائية الى الخيوط الفطرية النامية

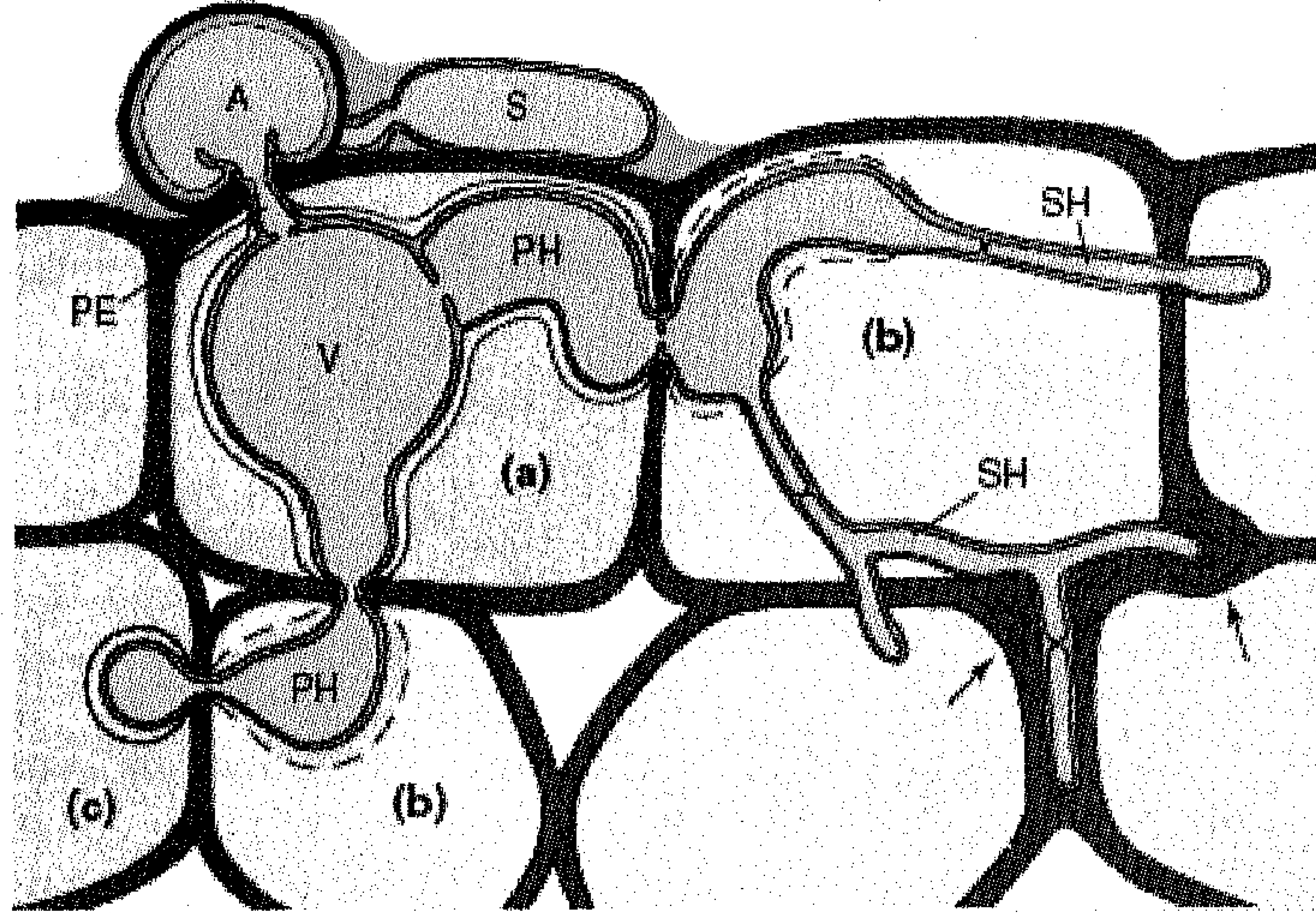
عن: (Leonard & Szabo،2005)

التغذية غير الأحيائية أو النخرية (Abiotic or Necrotic Nutrition)

هنا يقوم الفطر بقتل الخلايا والأنسجة بإستخدام السموم أو الإنزيمات المحللة على مقدمة من الغزل الفطري والتغذي على المواد العضوية الناتجة. تتميز هذه الفطريات بقدرة رمية عالية ومخزون إنزيمي كبير يمكنها من تحليل المواد العضوية. إن هذه الفطريات تكون غير مجبرة التطفل مثل *Botrytis cinerea* و *Sclerotinia sclerotiorum* و *Rhizoctonia solani* و *Stagonospora nodorum* وغيرها.

التغذية شبه الأحيائية (Semibiotrophic Nutrition)

في البداية يسلك الفطر المرض إسلوب التغذية الأحيائية ثم يقوم بعد ذلك بإستخدام إسلوب التغذية غير الأحيائية. وهذا يتوضح في إصابات فطريات *Magnaporthe oryzae* و *Phytophthora infestans* و *Colletotrichum spp*. و *Thielaviopsis basicola* و *Cladosporium fulvum* و *Fusarium graminearum* و *Fusarium oxysporum* و *Fusarium verticillioides* و *Nectria haematococca* و *Mycosphaerella fijiensis* و *Mycosphaerella graminicola* وغيرها (شكل13.3)(; Mendgen & Hahn،2002 ;Mims *et al.*،2000 ؛Struck،2006 ; Bhadauria *et al.*،2009).



شكل 3.3: رسم تخطيطي للإصابة شبه الأحيائية للفطر *Colletotrichum indumrianum*. ينبت البوغ (S) الملتصق بالسطح ليكون إنبوب إنبات قصير يكون العضو الأصق(A) تنشأ منه بروز إختراق (PE) ينقل الضغط الداخلي في العضو الأصق الى قوة ميكانيكية تخترق الأدمة وجدار الخلية. وفي داخل الخلية ينتفخ ليكون حوصلة (V) وخيط فطري أولي عريض (PH) والتي تحاط بغشاء خلية العائل المنبعج الذي يبقى حيا خلال مرحلة التغذية الأحيائية (a) بينما تفصل بروتوبلازم الفطر والعائل مادة بينية(اللون الأصفر). بعد يوم او يومين يتحلل غشاء خلية العائل مؤديا الى موت الخلية (b). ومع إختراق الخيط الفطري الأولي مزيدا من الخلايا يتكرر السيناريو السابق (c). تنتهي هذه العلاقة مع تكون الخيوط الفطرية الثانوية (SH) الضيقة التي لا حاط بالغشاء الخلوي لخلية العائل وتفتقد للمادة البينية بينما تتحلل جدران خلايا العائل نتيجة إفراز الخيوط الفطرية الثانوية لمزيد من الإنزيمات المحللة (الأسهم).

عن: (Mendgen & Hahn،2002)

المدى العوائلي (Host Range)

المدى العوائلي هو مقياس لعدد انواع النباتات التي يتمكن الممرض من إحداث المرض عليها. فإذا إقتصر ذلك على نوع واحد أو عدد قليل من الأنواع أعتبر المدى العوائلي محدودا، أما إذا تمكن الفطر من إصابة عدد كبير من انواع النباتات تعود لأجناس وعوائل نباتية مختلفة، أعتبر الفطر الممرض ذو مدى عوائلي واسع. تختلف الفطريات الممرضة في عدد انواع النباتات التي تتمكن من مهاجمتها وإحداث المرض فيها، لكن

معظمها تكون ذات مدى عوائلي محدود. يبدو ان الفطريات المرضة للنبات تميل بإتجاه التخصص وتضييق المدى العوائلي. هذا يتوضح من خلال وجود مستويات مختلفة من التخصص في تشكيلات الفطر – النبات العائل الحالية (Schetfer،1991).

الفطريات الممرضة ذات المدى العوائلي الواسع تمثل طفيليات إنتهازية (Oppurtunistic Parasites) لاتمتلك وسائل الإختراق المباشر لأنسجة النبات أو أنها تتمكن من النمو في النباتات المضعفة وتكون منخفضة الضراوة وهكذا فإنها تحدث اعراضا خفيفة. هذا المستوى ربما تمثله الفطريات الإختيارية التطفل.

المستوى الثاني الذي يتسم بمدى عوائلي أضيق نسبيا يتمثل بالفطريات الممرضة الحقيقية. وهذه المجموعة من الفطريات تسبب أخطر أنواع الأمراض حيث انها تمتلك ضراوة عالية. أن معظم الفطريات ضمن هذه المجموعة تكون فطريات إختيارية الترمم.

اما المستوى الثالث فيتسم بمدى عوائلي ضيق او ضيق جدا حيث يقتصر على نوع نباتي واحد بل صنف واحد ضمن النوع أو قد يشمل انواع قليلة جدا. إن وجود النسيج او النبات الحي يعتبر متطلب اولي لنمو هذه الفطريات وإكمال دورة حياتها. ينتشر هذا السلوك في الفطريات المجبرة التطفل.

وهكذا يبدو ان المنحى التطوري الذي سلكته الفطريات هو إمتلاك القدرة المحدودة للنمو على أنواع مختلفة من النباتات ومن ثم تطوير آليات الضراوة المطلوبة للنمو على أنواع معينة دون غيرها لتتمكن من الإنفراد وتقليل عامل المنافسة من الفطريات الممرضة الأخرى (Keen، 1986).

تختلف الفطريات في نوع النسيج أو العضو الذي يمكنها مهاجمته في النبات. فمعظم فطريات البياض الدقيقي تهاجم نسيج البشرة لوحده وفطريات الذبول الوعائي تهاجم نسيج الخشب بالأساس، وتهاجم فطريات التبقع الأوراق بينما يهاجم الفطر *Rhizopus stolonifer* و*Botrytis cinerea* الأزهار وتهاجم فطريات التسوس السيقان وفطريات اخرى مثل بعض انواع *Fusarium* و*Pythium* وغيرها تهاجم الجذور والكثير من

الفطريات تهاجم البذور وهكذا. كما تختلف الفطريات في مهاجمة النبات بأعماره المختلفة، فثمة فطريات تهاجم النبات وهو بعمر البادرة كما في الفطريات المسببة لأمراض تسقيط البادرات (*Pythium*، *Rhizoctonia* وغيرها) وأخرى تهاجم النبات بعد البلوغ أو بعمر الشيخوخة. إن العامل الأساس الذي يتحكم في المدى العوائلي للفطر الممرض هو القدرات الأمراضية له وصفات المقاومة ضد المسبب المرضي التي يمتلكها العائل والتي يمكن ان تختلف حسب النسيج او العضو أو النبات وفي مراحل نموه المختلفة. وهذه الصفات تعتمد على التركيب الوراثي لكل من الممرض والنبات العائل.

دورة المرض(Disease Cycle)

دورة المرض هي مجموع الأحداث المتتالية التي تؤدي الى إحداث المرض. يمكن تمييز المراحل التالية التي تشكل دورة المرض:

1. التلقيح (Inoculation) اللقاح (Inoculum) هو الممرض او أي جزء منه قادر على إحداث المرض. بالنسبة للفطريات فإن الغزل الفطري أو الخيوط الفطرية والأبواغ أو الأجسام الحجرية أو اشكال الجذور يمكن ان تمثل اللقاح.

اللقاح الكامن في بقايا النباتات المصابة او في التربة والذي قاوم الظروف البيئية غير الملائمة لموسم او مواسم النمو السابقة يسمى اللقاح الأولي (Primary Inoculum). وعادة يتمثل اللقاح الأولي بالأبواغ الجنسية والأبواغ الكلاميدية التي تكون سميكة الجدران وكذلك الأجسام الحجرية او الخيوط الفطرية الحية الكامنة في الأنسجة أو المتبقيات النباتية المصابة. هذه اللقاحات غالبا ما تكون بأعداد ليست كبيرة جدا، لذلك لاتتمكن من تحقيق إصابات واسعة وإنما إصابات محدودة تسمى الإصابة الأولية (Primary Infection). أما اللقاح الناتج عن الإصابة الأولية والذي يكون في الغالب بشكل كونيدات أو انواع مختلفة من الأبواغ او الخيوط الفطرية وبأعداد كبيرة جدا فيسمى باللقاح الثانوي (Secondary Inoculum). الإصابات التي تتحقق باللقاح

الثانوي تسمى إصابة ثانوية (Secondary Infection). في الكثير من الحالات يمكن ان تتكرر الإصابات الثانوية لعدة مرات في موسم النمو الواحد مما يزيد من وفرة اللقاح.

تشمل عملية التلقيح عدد من الخطوات المتتالية هي:

أ – وصول اللقاح (Arrival of Inoculum)

وتعني إنتقال الوحدات اللقاحية من مصادرها من النباتات المصابة أو التربة او المياه او الهواء وسقوطها على سطح النبات الحساس والتماس المباشر معه. في معظم الحالات تصل الوحدات اللقاحية بطرق سلبية بواسطة الرياح والهواء او مياه الري أو نثار قطرات المطر او من خلال إحتكاك أجزاء النبات او بواسطة الحشرات والحيوانات أو الإنسان. في بعض الحالات يمكن ان يصل اللقاح بصورة فعالة تعتمد على قذف الأبواغ الكيسية من الأكياس او التراكيب الثمرية البازيدية، كما يمكن للأبواغ المتحركة لبعض الفطريات الوصول الى سطح الجذور بالحركة الذاتية ولمسافات محدودة.

ب – تنشيط اللقاح (Activation of Inoculum)

الخيوط الفطرية لا تحتاج الى هذه المرحلة لكن الأبواغ والأجسام الحجرية تحتاج الى الإنبات من اجل ان تعمل كلقاح فعال. تنبت أبواغ اغلب الفطريات بوجود قطرات الماء او الغشاء المائي. كما ان إحتواء سطح النبات على مواد سكرية وأحماض أمينية وعضوية يمكن ان يشجع عملية الإنبات. في ظل هذه الظروف وتحت درجات الحرارة المناسبة تنبت أبواغ معظم الفطريات خلال ساعات. تبدأ عملية الإنبات بإمتصاص كميات مهمة من الماء تؤدي الى تنشيط العمليات الأيضية وإنتفاخ البوغ ثم خروج خيط فطري قصير يسمى أنبوب الإنبات (Germ Tube) أو تكوين أبواغ متحركة ثانوية من قبل الأبواغ المتحركة. وإعتمادا على المخزون الغذائي المحدود في البوغ أو توفره في الوسط، سرعان ما يبدأ إنبوب الإنبات بالنمو والتفرع ليكوّن خيوط فطرية فعالة. إن نجاح عملية إنبات الأبواغ ونسبة الإنبات ومعدل نمو إنبوب الإنبات يعتمد على توفر الرطوبة ودرجة الحرارة المناسبة لمدة معينة وخلو سطح النبات من المواد السامة أو الأحياء الدقيقة المنافسة والمضادة.

ج – الوصول الى نقاط الإختراق (Arrival to Penetration Point)

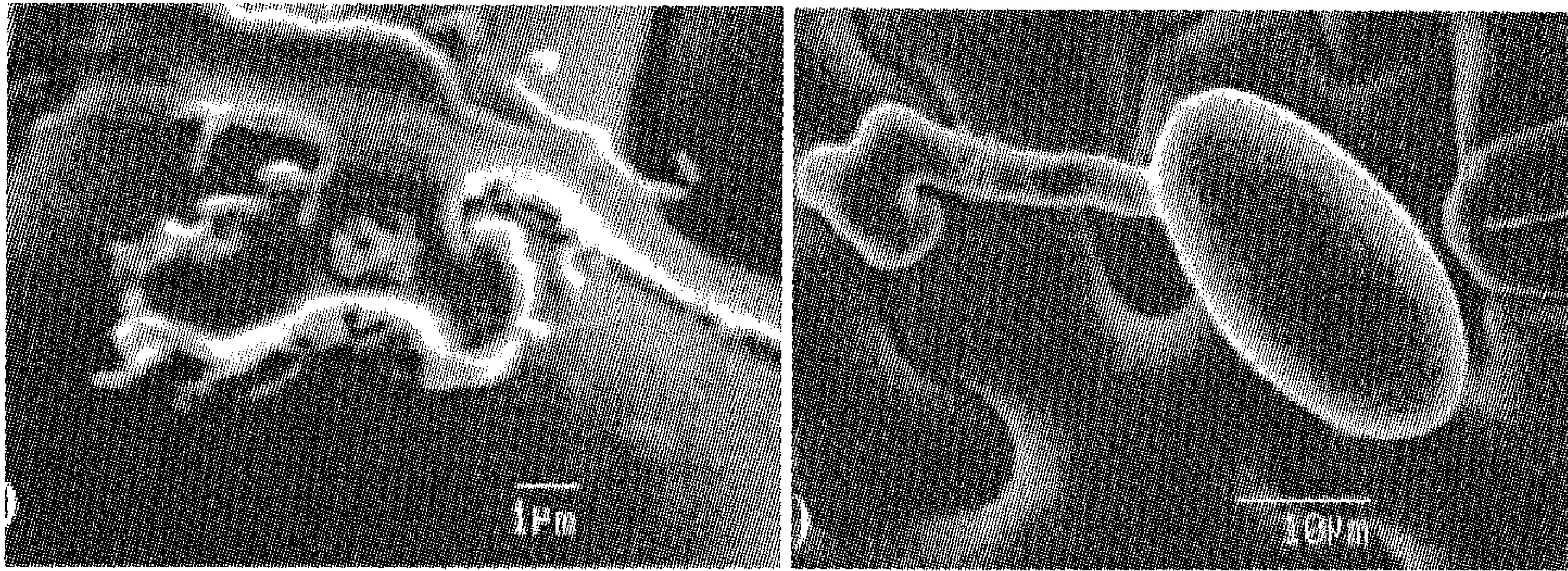
الخطوة التالية في عملية التلقيح تتضمن وصول خيوط الإنبات او الخيوط الفطرية الناشئة عنها الى نقاط معينة من سطح النبات تمثل مواقع الإختراق وتشمل الفتحات الطبيعية (الثغور، العديسات، الغدد المائية والرحيقية) والجروح او نقاط التماس. إن ذلك يتم بواسطة عدد من العوامل منها الرطوبة الزائدة او المحفزات الكيميائية المصاحبة لهذه النقاط او الإستجابة لتحفيز تضاريس سطح النبات المتمثل بحواف الأدمة حيث تنمو أنابيب الإنبات بخطوط عمودية على سطوح اوراق نباتات ذوات الفلقة الواحدة تمكنها من العثور السريع على الثغور، بدل النمو بموازاتها.

د – الإلتصاق بسطح النبات (Adhesion to Plant Surface)

يعتبر الإلتصاق بسطح النبات العائل متطلب أولي من اجل مقاومة الإنجراف بفعل المطر أو جريان الأغشية المائية أو الرياح والنجاح في تحقيق عملية التلقيح. ويبدو ان هذه العملية تتم بسرعة حيث تلتصق السبورات المتحركة للفطر *Phytophthora cinnamoni* على سطح الجذر في التربة المشبعة بالماء خلال 3 – 4 دقائق من تكيسها ثم يضعف إلتصاقها بعد 5 دقائق. وتلتصق كونيدات فطر الأنثراكنوز *Colletotrichum graminicola* على أوراق الذرة خلال دقائق من تماسها. وتلتصق كونيدات الفطر *Botrytis cinerea* على السطوح الكارهة للماء فور تميئها لكنها تمسك بقوة بعد تكوينها لمواد لاصقة(Struck،2006).

تحتوي جدران الأبواغ الفطرية بما فيها الأبواغ المتحركة وكذلك الخيوط الفطرية أو نهاياتها على خليط من مواد كاربوهيدراتية معقدة وبروتينات سكرية وليفية يؤدي تميئها الى نشوء مادة هلامية لزجة تساعد على الإلتصاق بسطح النبات حيث تطابق تضاريس شمع الأدمة، مثلما يتوضح مع أبواغ الفطر *Colletotrichum sublineolum* والفطر *Phoma macdonaldii* (Roustaee *et al.*،2000؛Wharton *et al.*،2001 ؛) . يتبع الإلتصاق السلبي هذا بمرحلة تالية فعالة ايضيا تتمثل بإنتاج مواد خارج إنبوب الإنبات

وتحيط به مكونة غمد غشائي كما في حالة أبواغ فطريات *Botrytis cinerea* و*Uromyces viciae-fabae* و*Puccinia sorghi* و*Bipolaris sorokiniana* والعديد غيرها. يبدو ان مواد الإلتصاق هذه تكون بروتينات بضمنها Hydrophobins او بروتينات سكرية في بعض الأنواع وسكريات معقدة في أنواع أخرى. هذه المواد تتوضح في الشكل 3.4 حيث تبقى على سطح النبات بعد إزالة التراكيب الفطرية. كما ان وجود بعض الإنزيمات المحللة مثل Cutinases و Esterases في المادة الهلامية يساعد على تخديش طبقة الأدمة للمساعدة على الإلتصاق وربما في الإختراق ايضا(Jones *et al.*،2001; Mendgen *et al.*،1996; Struck،2006). في الفطريات البيضية اشير الى تكوين الأكياس النابتة لبروتينات خارجية شبيهة بالميوسين (Mucin) ولبروتينات رابطة للسليلوز (CBEL) وجدت انها ضرورية للإلتصاق بالسطوح السليلوزية في حالة الفطر *Phytophthora infestans* (Kamoun،2003). إن الإلتصاق يمهد للتفاعل الجزيئي بين الممرض والنبات ويمكن من إستخدام القوة الميكانيكية في الإختراق.



شكل 3.4: تكوين العضو اللاصق لفطر البياض الدقيقي على الطماطة *Oidium neolycopersici* على بشرة ورقة نبات الطماطة بعد 10 ساعات من التلقيح(C) والبصمة التي تركت على سطح الورقة بعد إزالة خيط الإصابة والعضو اللاصق بواسطة الجيلاتين حيث تتبين المواد البينية خارج الخلايا التي تكونها والتي تساعد على الإلتصاق(D)

عن: (Jones *et al.*،2001)

ه - التعرف (Recognition)

هذه العملية تمثل أولى خطوات التفاعل الجزيئي بين الممرض والعائل حيث يستلم الممرض جزيئات أو يواجه تراكيب مصدرها النبات العائل تعمل كإشارات (Signals) تؤثر على نشاطه اللاحق، كما يستلم النبات العائل جزيئات مصدرها الفطر الممرض وتعمل كمثيرات (Elicitors) تحدد ردود الفعل اللاحقة له. إن آلية التعرف بالضبط غير معروفة لحد الآن لكن توجد عدد من المواد أو التراكيب التي ينتجها النبات وتعمل كإشارات وتشمل: طوبوغرافية سطح النبات وبعض المواد الكيميائية عليه والتي تحفز إنبات أبواغ بعض الفطريات المرضة ونمو أنابيب الإنبات وتكوين العضو اللاصق كما في حالة الفطر *Colletotrichum*حيث يعمل غاز الأثيلين على تحفيز إنبات أبواغ الفطر ليوقت نموه ومن ثم الإصابة مع نضج النبات(Kolattukudy *et al.*،1995). بعض الأحماض الدهنية والتي تنشط تكوين إنزيمات الكيوتينيز المحللة للكيوتين في أدمة النبات. وجزيئات كالاكتورونان (Galacturonan) المكونة للبكتين والتي تحفز تكوين إنزيمات Pectin lyase من قبل الممرض. بعض المركبات الفينولية مثل Strigol تحفز إنبات الوحدات اللقاحية لبعض الممرضات. وبعض الفينولات والسكريات في الجروح تنشط سلسلة جينات في بعض الممرضات تقود الى تحقيق الإصابة.

في المقابل، فإن المثيرات المحفزة لردود فعل النبات الدفاعية تشمل: بعض مكونات سطوح خلايا الممرض مثل β-glucans والكايتين أو الكيتوسان (Chitosan) التي تتحرر نتيجة لنشاط إنزيمات النبات مثل β-glucanase و/ أو Chitinase او تنتج من قبل الممرض بتحفيز من إشارات العائل. كما تشمل المثيرات بعض الشحوم الهيدروكسيلية والببتيدات والكاربوهيدرات التي تحفز بعض دفاعات العائل مثل تكوين الفايتوالكسينات. ذكر (Dickman *et al.*،2003) أن الفطر *Colletotrichum trifolii* يتمكن من تحسس واستخدام كيمياء سطح العائل لحث مسار يعمل بواسطة Protein kinase لغرض تكشف الأمراضية. وأشار (Gomès *et al.*،2003) الى ان الأركسترول وهو سترول بنائي خاص بالفطريات ومادة بروتينية تعمل كمثيرات للتراكم القوي

والسريع لبروتينات ناقلة للشحوم غير خصوصية (nsLTPs) من الفطر الممرض *Botrytis cinerea* لها دور في مقاومة نبات العنب. وهكذا تعتبر المثيرات مؤشرات لجينات اللاضراوة (Averulent Genes) في الممرض لأنها تمثل مثيرات لردود الفعل الدفاعية للعائل مثل فرط الحساسية وتنشيط جينات العائل المسؤولة عن آليات الدفاع الأخرى. فالمثير NTP 1 الناتج عن نشاط جين اللاضراوة للفطر *Rhynchosporium secalis* يحفز تكوين 4 بروتينات مرتبطة بالأمراضية (PRP) في أوراق الشعير (Steiner–Lange *et al.*،2003).

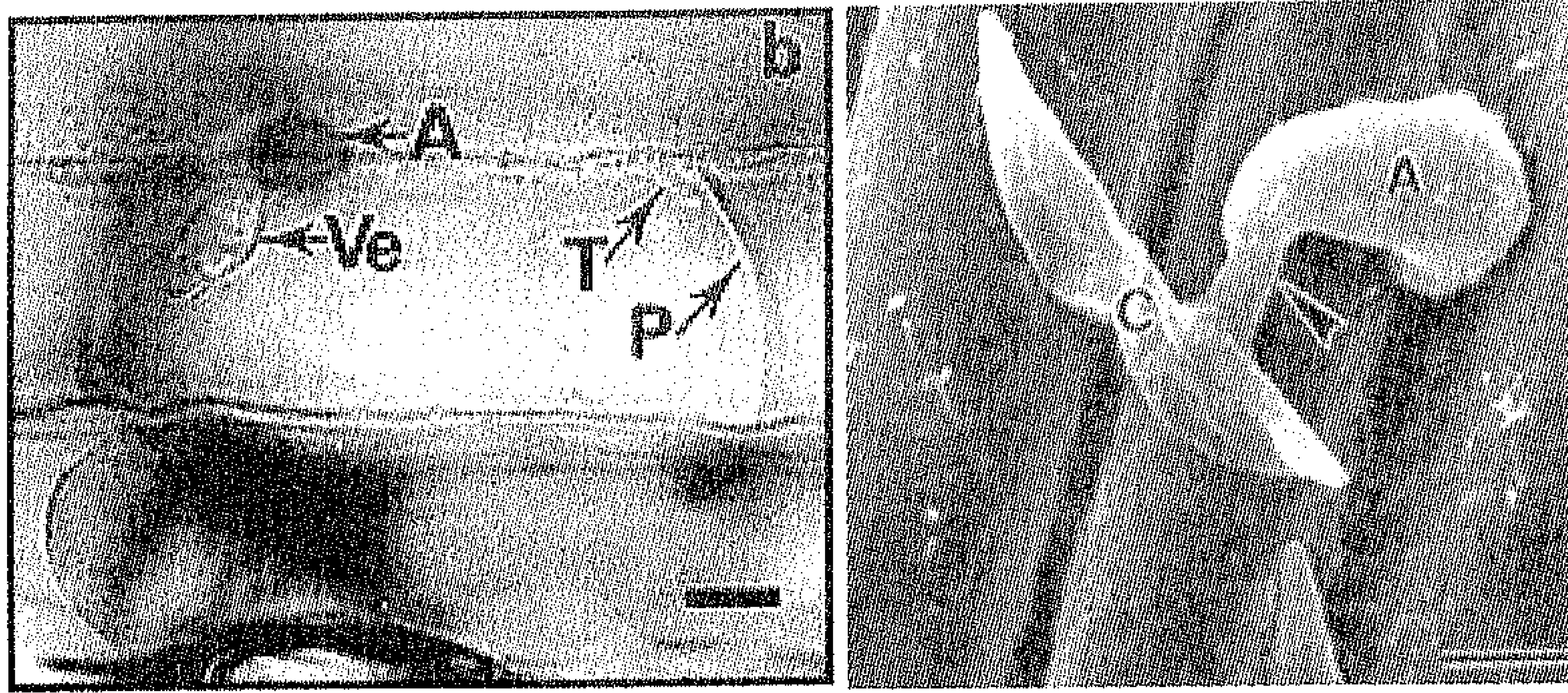
ثمة معطيات قوية تشير الى وجود آلية نقل إشاري بين خلايا العائل حيث تنقل الإشارة (ربما بواسطة حامض السلسليك) من الخلايا المعاملة بالمثير الى الخلايا المحيطة دون إنتقال جزيئات المثير حيث تحفز إستجابات دفاعية للعائل (Dorey *et al.*،1997). إن تحميض السايتوبلازم في المرحلة المبكرة من عمل المثير يمكن ان تمثل خطوة مفتاحية في النقل الإشاري المؤدي الى الإستجابة الدفاعية (Yazaki *et al.*،1998). واعتبر (Mithfer *et al.*،2005) أن النبذ الأيوني الخصوصي والمستحث لغشاء الخلية النباتية يمثل حدثا مبكرا جدا لمثيرات الممرض. وهكذا، إذا استلم الممرض إشارات من النبات العائل تؤدي الى تشجيع نمو الممرض وتكشفه تنجح الإصابة أما إذا ادت الى عكس ذلك تفشل الإصابة. في المقابل إذا أدت المثيرات المستلمة من العائل الى قدح دفاعات العائل ستؤدي الى بطيء نمو الممرض وفشل الإصابة، وبدون ذلك تنجح الإصابة.

2 – الإختراق (*Penetration*)

الإختراق هو المرحلة الثانية بعد نجاح التلقيح ويتضمن دخول الخيط الفطري الى داخل النبات عن طريق الإختراق المباشر او عبر الفتحات الطبيعية أو من خلال الجروح. بعض الفطريات تكون محكومة بسلوك طريق واحدة للإختراق بينما البعض الآخر يمكن ان يخترق النبات بأكثر من طريق.

ا - الإختراق المباشر (**Direct Penetration**)

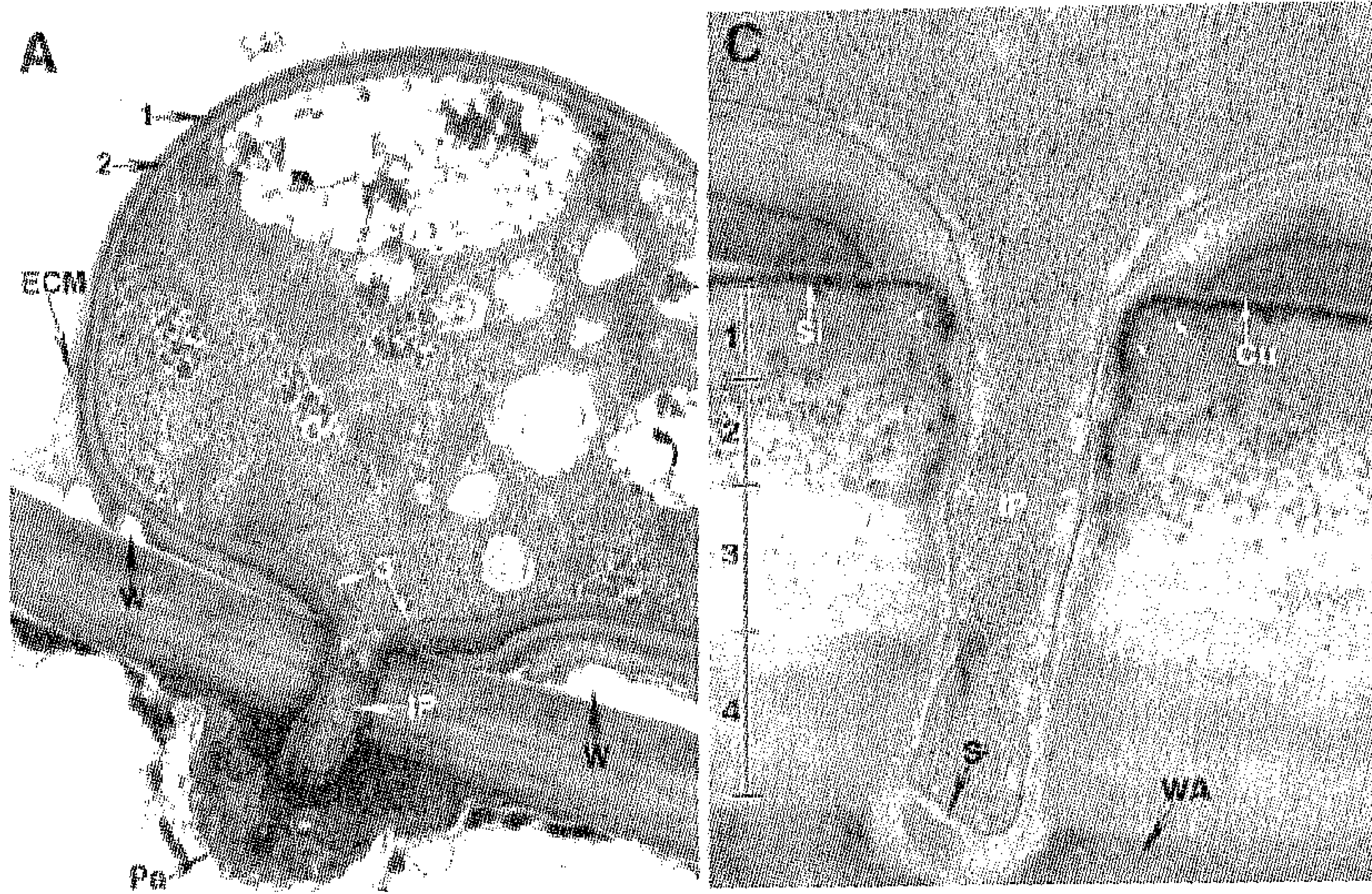
يتم الإختراق المباشر لسطح النبات عن طريق تكوين بروز إختراق من طرف الخيط الفطري في نقطة الإلتصاق أو من تركيب متضخم كما يحصل في العديد من الفطريات والذي يسمى العضو اللاصق (*Appressorium*) (شكل 3.5). إن تكوين العضو اللاصق محكوم بعوامل بيئية ووراثية. ففي عدد من الفطريات الممرضة للنبات مثل *Magnaporthe grisea* و*Cochliobolus heterostrophus* و*Pyrenophora teres* تكوين العضو اللاصق محكوم بجين Mitogen-Activated Protein (MAP) Kinase حيث ينظم الجين *PMK1* الجينين *GAS1* و*GAS2* المرتبطين بتكوين العضو اللاصق في الفطر الأول(Struck،2006). وحسب (Xu *et al.*،1997) فإن تكوين الفطر *Magnaporthe grisea* للعضو اللاصق يحتاج الى آلية إشارية تعتمد على جزيئات cAMP، وعمل Protein kinase C في حالة الفطر*Colletotrichum trifolii* (Dickman *et al.*،2003 .



شكل 3.5: صورة بالمجهر الألكتروني لتكوين العضو اللاصق(A) من أنبوب الإنبات القصير (السهم) الخارج من كونيدة الفطر(C) Colletotrichum graminicola على سطح ورقة الذرة (يمين). الخط = 5 مكم. والعضو اللاصق A بعد 42 ساعة من التلقيح بالفطر Colletotrichum على الذرة البيضاء Ve حوصلة الإصابة، P الغشاء البلازمي وT غشاء الفجوة(يسار)

عن: (Mims & Vaillancourt،2002)

تستخدم القوة الميكانيكية، وبمساعدة الإنزيمات المحللة التي يمكن ان تحدث ثقبا او تلين نقطة الإختراق بتفكيك مكونات الجدار. ذكر (Xu & Mendgen،1997) أن خيط الإختراق للفطر *Uromyces vignae* أحدث على إمتداده منطقة بعرض 0.2 مكم منخفضة المحتوى من مواد الجدار البكتين وXyloglucanللنبات غير العائل *Vicia faba* والتي تم الحصول على مايشابهها على النباتات غير الملقحة بالفطر بواسطة الإنزيمات Cellulase وXylanase و. Pectinase القوة الميكانيكية اللازمة للإختراق تنشأ من خلال إمتصاص كمية من الماء بسبب زيادة الجهد الأزموزي للعضو اللاصق او الخيط الفطري عن الخلايا المجاورة نتيجة تراكم تراكيز عالية من الكليسرول تصل الى 3 مول في حالة الفطر *M. grisea* مما يؤدي الى نشوء ضغط إمتلاء يسلط على سطح النبات من بروز الإختراق يصل الى 8 ميكاباسكال. هذه القدرة على نشوء ضغط عالي في الفطر المذكور وكذلك الفطر *Colletotrichum graminicola* ترجع الى ترسب صبغة الميلانين في جدران العضو اللاصق تجعله غير منفذ للجزيئات وتمكن من نشوء الضغط العالي(de Jong *et al.*1997; Struck،2006). ومما يزيد من القوة المسلطة على السطح أن بروز الإختراق يتمثل بخيط فطري مدبب. وعند مرور بروز الإختراق في جدار الخلية يكون قطره أقل من قطر الخيط الفطري الأعتيادي ليزيد من القوة الميكانيكية المسلطة ثم يسترجع الخيط الفطري قطره الأعتيادي عند إكماله الإختراق. من ناحية اخرى قد لا تكون القوة الميكانيكية كافية لوحدها في تحقيق الإختراق مما يتطلب مشاركة الإنزيمات المحللة لجدران خلايا العائل. فعند قياس القوة المسلطة من قبل بروز الإختراق للفطر *Pythium graminicola* وهو مسبب مرضي واسع الإنتشار على النجيليات و*P. insidiosum* المسبب المرضي على اللبائن أظهر أنها صغيرة غير كافية لوحدها في تحقيق الإختراق. حيث تكون القوة المسلطة من الفطر الأول على سطح بشرة الجذر 0.19 ميكاباسكال وعلى جلد اللبائن من الفطر الثاني 0.14 ميكاباسكال بينما تبلغ مقاومة بشرة جذور النجيليات 12-1 ميكاباسكال وجلد اللبائن 47-10 ميكاباسكال (Struck،2006).



شكل 3.6: صور بالمجهر الألكتروني توضح إختراق الفطر *Colletotrichum sublineolum* لبشرة نبات الذرة البيضاء بعد 42 ساعة من التلقيح. A مقطع عرضي في العضو اللاصق وبروز الإختراق(IP). المادة البينية الخارجخلوية (ECM) وهي تطابق كفاف شمع الأدمة (W).جدار العضو اللاصق يتكون من طبقة خارجية معتمة كثيفة الألكترون (1) وطبقة داخلية خفيفة الكثافة الألكترونية (2) وطبقة ثالثة تشكل حلقة حول ثقب الإختراق (3). بروز الإختراق مغلف بحلمة من جدار العائل(Pa) الخط = 1 مكم. C مقطع عرضي في بروز الإختراق(IP) حيث يخترق الأدمة (Cu) وجدار خلية البشرة ويكون حاجز(S) عند الأتصال مع حوصلة الإصابة. (Si) طبقة سليكون منبعجة الى الداخل مع الجدار. الخط 0.2 مكم

عن: (Wharton et al.، 2001)

بينت الأبحاث أن تكوين العضو اللاصق في الفطر *Magnaporthe grisea* يتطلب سلسلة من الأحداث المتتالية بما فيها إكمال الإنقسام الخيطي وهجرة النواة وموت الكونيدة المكونة للعضو اللاصق. إيقاف موت الخلية عن طريق إبطال نشاط الجين *MgATG8* يجعل الفطر غير ممرض(Veneault–Fourrey *et al.*،2006).

وكرد فعل دفاعي ولإعاقة الإختراق أو إيقافه، تحصل تغيرات في جدار الخلية الداخلي للعائل في المنطقة المواجهة لخيط الإختراق تؤدي الى تكوين حلمة تحيط بخيط

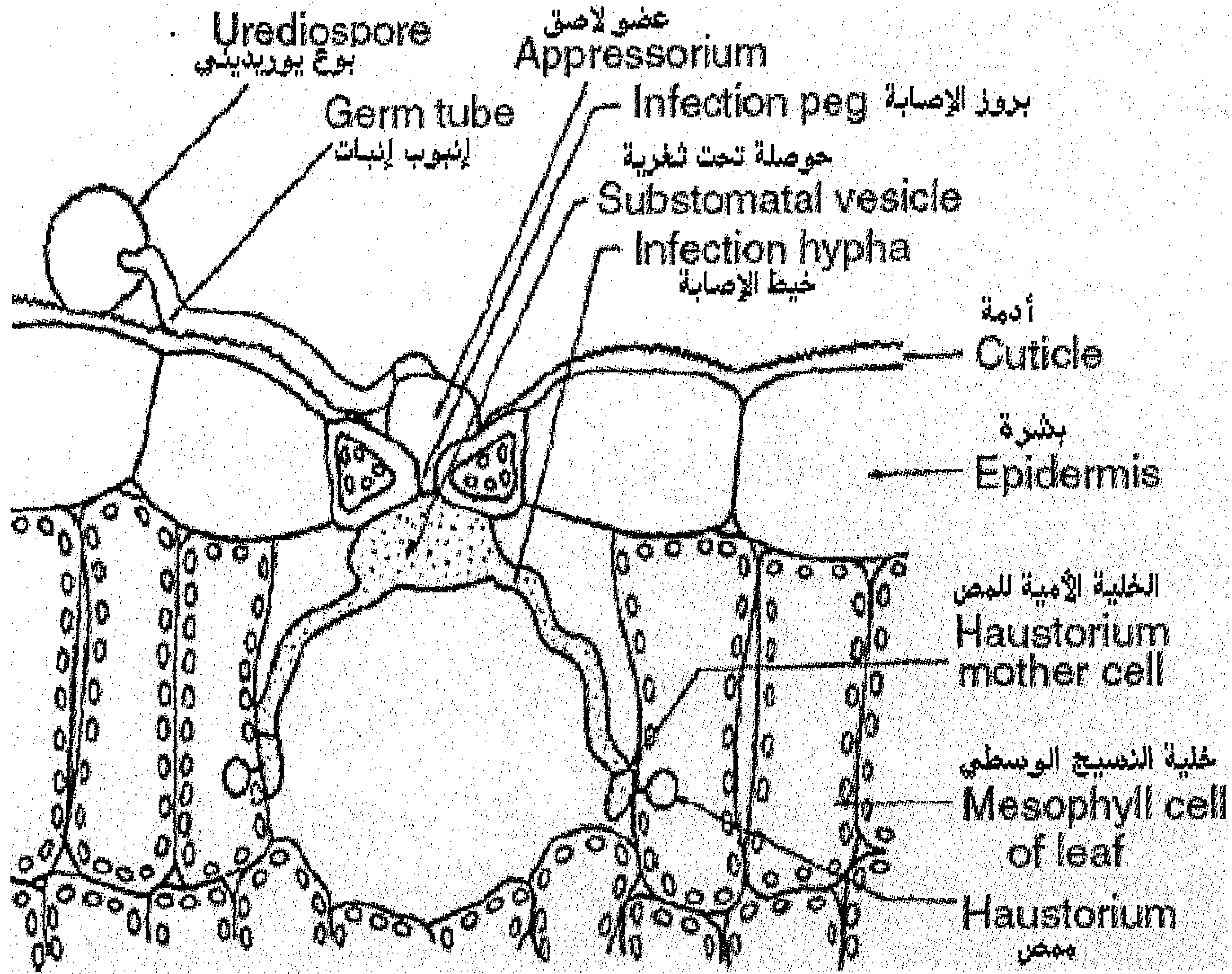
الإختراق وتتقدمه كما في الشكل 3.6. وهي فعالة في اصناف الشعير المقاومة ضد الفطر *Rhynchosporium secalis* (Xi *et al.*،2000)، لكنها لاتمنع مواصلة الإختراق كما في *Thielaviopsis basicola* وخلايا جذر زهرة الثالوث (Pansy) والفطر *Colletotrichum sublineolum* على خلايا البشرة لنبات الذرة البيضاء (Mims *et al.*،2000؛ Wharton *et al.*،2001).

ب – الإختراق عبر الفتحات الطبيعية (*Penetration Through Natural Openings*)

من بين الفتحات الطبيعية المتمثلة بالثغور والعديسات والغدد المائية والرحيقية تعتبر الثغور وسيلة الإختراق الرئيسة لعدد من الأنواع خاصة الفطريات المسببة لأمراض الصدأ التي طورت آلية تحسس وجود الثغر كما سبق الإشارة اليه. كذلك الفطريات البيضية مثل *Phytophthora* التي تدخل سبوراتها المتحركة من خلال الثغور المفتوحة او العديسات بواسطة تلمس جزيئات إشارية(Struck،2006).

الثغر هو الفتحة المتكونة بين خليتين حارستين وظيفتها الحيوية للنبات هي تنظيم فقدان بخار الماء وتبادل الغازات (الأوكسجين وثاني أوكسيد الكاربون) من خلال غلقها أثناء الليل وفتحها خلال النهار بواسطة آلية فسلجية معينة. تنتشر الثغور على الأوراق وتكثر على السطح السفلي للورقة. بعد إنبات بوغ الفطر على سطح الورقة يتكون إنبوب الإنبات الذي يمكنه دخول الثغر المفتوح مباشرة أو بعد تكوينه للعضو اللاصق فوق الثغر وخروج خيط إختراق يدخل عبر الثغر او يخترق الثغر المغلق إختراقا مباشرا حسب نوع الفطر (شكل3.7).

بعض الفطريات المتخصصة مثل الفطر *Fusicoccum amygdale* تنتج مادة تربينويدية هي Fusicoccin تقوم بزيادة ضخ ايونات البوتاسيوم الى الخلايا الحارسة مؤدية الى بقائها مفتوحة من اجل إختراقها (Sengbusch *et al.*،2006).



شكل **3.7**: مخطط لتراكيب الإصابة لفطر الصدأ *Puccinia* على ورقة النبات بالمقطع العرضي عن: **(Maheshwari،2005)**

ج - الإختراق عبر الجروح (**Penetration Through Wounds**)

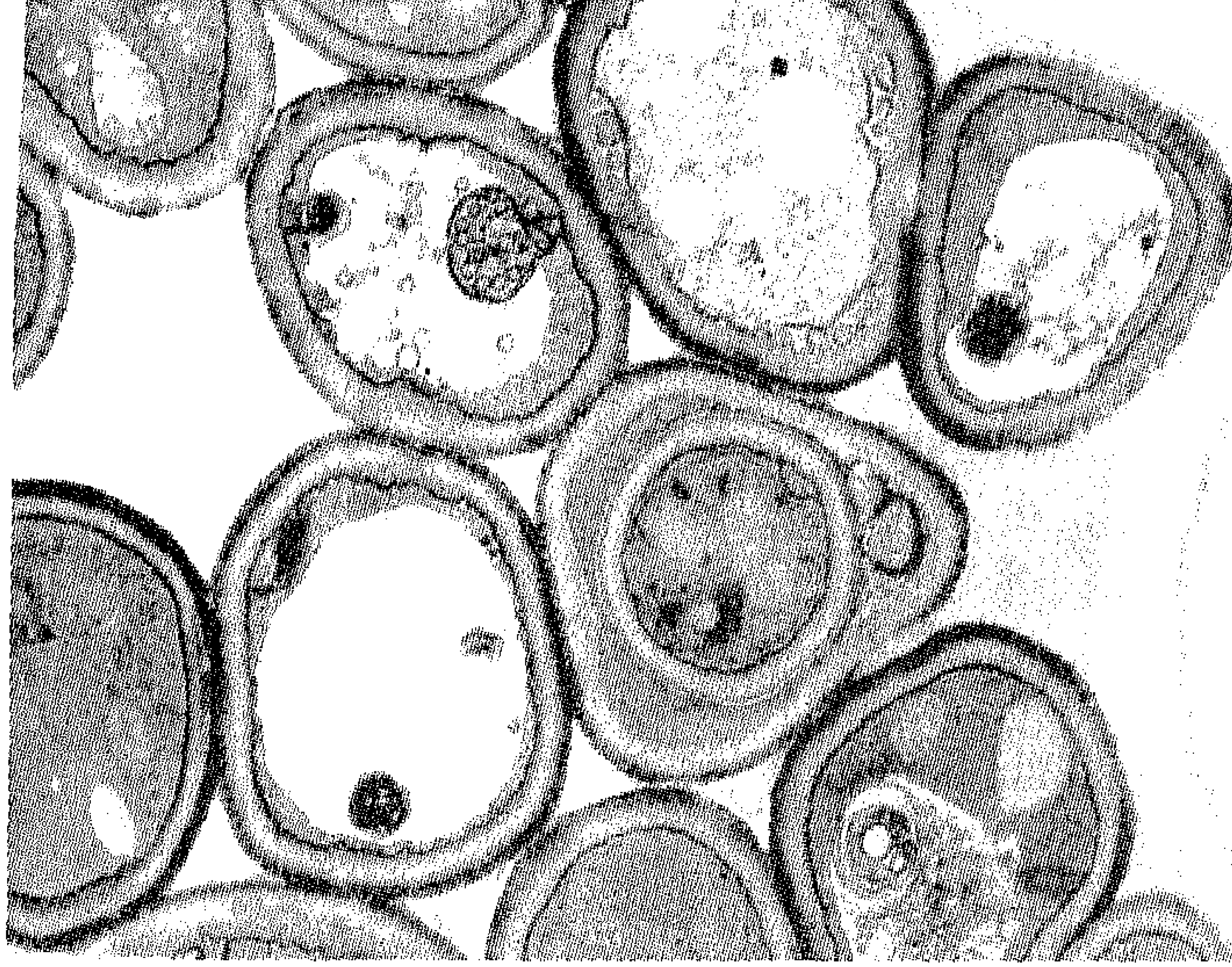
الجرح هو الجزء المتمزق من جسم النبات يتسبب عن تاثيرات ميكانيكية نتيجة الرياح او تغذي الحيوانات والحشرات أوالعمل الزراعي للإنسان ونشاط بعض المسببات المرضية الأخرى كالنيماتودا وتؤدي الى تضرر او غياب نسيج البشرة أو القلف مما يعرض الأنسجة الحية للمؤثرات الخارجية. بالنسبة للمسببات المرضية، يعتبر الجرح منفذا سهلا للإختراق بسبب ضعف أو غياب نسيج البشرة الذي يمثل الخط الأول لدفاعات النبات، كما انه يوفر الرطوبة والمواد الغذائية الناتجة من خروج عصير الخلايا المزقة. إن هذا الظرف يشجع إنبات أبواغ العديد من الفطريات ويمثل مدخلا لخيوط الفطر التي لا تمتلك وسائل الإختراق المباشر كما هو الحال مع فطريات *Penicillium* و *Rhizopus* والفطر المسبب للتعفن الجانبي على ثمار الكمثرى *Phialophora malorum*

أو معقدات أمراض الجذور المتسببة عن أنواع *Fusarium* و*Verticillium* التي تسهلها الجروح المتسببة عن إصابات النيماتودا. كذلك العلاقة المهمة بين الجروح التي تحدثها حشرات حفار الذرة الأوربية *Ostrinia nubilalis* وحصول مرض تعفن عرانيص وسيقان الذرة المتسببة عن فطريات *Fusarium* وذبول اشجار الدردار الهولندي المتسبب عن الفطر *Ophiostoma ulmi* نتيجة الجروح والأنفاق التي تحدثها خنافس القلف الأمريكية *Hylurgopinus rufipes* والأوربية *Scolytus multistriatus* (Struck،2006).

و تخترق معظم مسببات الأمراض الفايروسية والفايرويدية والحيوانات الإبتدائية وبعض الأمراض البكتيرية عن طريق الجروح الحديثة التي تحدثها حشرات المن والذبابة البيضاء ونطاطات الأوراق والنبات وغيرها.

3 - الإصابة (Infection)

بعد نجاح عملية الإختراق، يقوم الفطر بتكوين خيوط فطرية تنمو مابين الخلايا أو بداخلها (شكل3.8) حيث يتم الحصول على الماء والمواد الغذائية من خلال التماس المباشر مابين الخيوط الفطرية وسطوح الخلايا النباتية أو عن طريق تكوين ممصات داخل الخلايا في الفطريات الأحيائية التغذية أو عن طريق قتل الخلايا وتحليلها إنزيميا وتحرير المواد الغذائية كما تفعل الفطريات النخرية التغذية. إن إيجاد وتعزيز الصلة الغذائية وتحقيق نمو محدود في منطقة الإصابة تعني نجاح الفطر في تحقيق الإصابة. فعند مقارنة الإصابة بسلالة ممرضة من الفطر *Colletotrichum graminicola* مع طافر من الفطر نفسه فاقد للأمراضية نجد ان سلوك السلالتين متشابه في الـ 36 ساعة الأولى من التلقيح حيث يحققان نموا محدودا أحيائي التغذية، لكن الفطر الممرض ينجح بعد 48 الى 72 ساعة من التلقيح في التحول الى التغذية النخرية ويحقق الإصابة. بينما الطافر يفشل في هذا التحول الغذائي وبالتالي يفشل في تحقيق الإصابة (Mims & Vaillancourt،2002).



شكل 3.8: مقطع عرضي لخيوط فطرية داخل خلايا نباتية. X 70000
عن: www.nexusresearchgroup.com /... /emhyphae.htm

تحقيق النمو يعني قدرة الفطر في الحصول على المواد الغذائية وتنشيط ايضه بها في ذلك تكوين إنزيمات وسموم ومواد ايضية أخرى يؤدي تراكمها الى التاثير على ايض النبات العائل. وهكذا يعتبر إنتاج الفطر *Sclerotinia sclerotiorum* لحامض الأوكزاليك عاملا رئيسا في قدرة الفطر الأمراضية وتحقيق الإصابة (Cessna *et al.*،2000). إن حرمان الخلايا النباتية من بعض منتجاتها العضوية المستهلكة من قبل الفطر والتاثير السلبي لإنزيمات الفطر الممرض وسمومه ومنتجاته الأيضية والتحول في ايض الخلايا النباتية من خلال تنشيط بعض الفعاليات الدفاعية كلها تؤدي الى تاثيرات غير طبيعية تتراكم لتظهر على شكل أعراض (Symptoms). فالأعراض هي مجموع التغيرات العيانية التي يظهرها النبات المريض نتيجة للإصابة.

إن الفترة بين بداية التلقيح وظهور الأعراض تسمى فترة الحضانة (Incubation Period). فترة الحضانة يمكن ان تكون قصيرة من بضعة ايام أو قد تكون من بضعة اسابيع او اشهر أو حتى سنوات، لكن معظم الفطريات تظهر فترة حضانة من بضعة

أيام الى بضعة اسابيع. طول فترة الحضانة يعتمد على نوع الممرض والنبات وعمر النبات والظروف البيئية(Agrios،1997). يمكن ان تحصل الإصابة دون ان تتطور بسرعة ولا تظهر الأعراض المرضية نتيجة عدم توفر الظروف البيئية الملائمة او وجود مقاومة محدودة أو عدم وصول الجزء المصاب للمرحلة التي يكون فيها حساسا للإصابة. إن هذا النوع من الإصابة غير المظهرة للأعراض يسمى إصابة كامنة (Latent Infection). كما ان الأعراض يمكن ان تتغير وتتطور وكثيرا ما تتخذ مقياسا لشدة الإصابة.

4 - الغزو (Invasion)

الإصابة تترافق كما ذكر سابقا بنمو محدود للممرض في منطقة الإصابة، لكن الإصابة الناجحة تقود الممرض الى زيادة نموه لتشمل مزيدا من الخلايا المجاورة او نسيجا أو مجموعة انسجة وهذا ما يطلق عليه الغزو. يمكن للفطر ان يكتسح المزيد من الأنسجة ولا يتوقف إلا عندما يواجه مقاومة ميكانيكية وكيميائية متمثلة بالجدران الثانوية التي تمتلكها خلايا الخشب في الحزم الوعائية. معظم الفطريات تنمو مابين الخلايا وهكذا يكون غزوها بينيا (Intercellular Invasion) وترسل او لاترسل الممصات داخل الخلايا. بعض الفطريات الكتريدية والفطريات المسببة لأمراض الذبول تنمو داخل الخلايا فيكون غزوها خلويا (Intracellular Invasion).

يمكن ان لا يتعدى الغزو مجموعة قليلة من الخلايا حول مناطق الإصابة مؤديا الى مايعرف بالإصابة الموضعية (Local Infection).قد يقتصر الغزو على مناطق معينة من النبات كما هو مع الفطر *Venturia inaequalis* مسبب مرض الجرب في التفاح والفطريات المسببة لمرض التبقع الأسود في الورد حيث لايتعدى غزو الفطر للمنطقة بين الأدمة ونسيج البشرة. كما ان معظم فطريات البياض الدقيقي يقتصر غزوها على خلايا نسيج البشرة حيث يكون الغزل الفطري خارج نسيج البشرة ويرسل الممصات الى داخل خلايا البشرة. اما الفطريات المسببة لأمراض الذبول الوعائي فتنمو اساسا في نسيج الخشب.

يمكن ان يشمل الغزو اعضاء معينة من النبات كالأوراق او الجذور او اجزاء من الساق أو الأزهار او الثمار أو البذور. ويمكن ان يشمل الغزو اجزاء كثيرة من النبات أو كل النبات مما يؤدي الى ما يسمى بالإصابة الجهازية (Systemic Infection) كما في أمراض التفحم وبعض أمراض الصدأ والبياض الزغبي، وهذه الفطريات احيائية الغزو. إن عدم القدرة على الغزو تؤدي الى فشل الإصابة كما هو في حال الفطر غير الممرض *Fusarium oxysporum*، strain Fo47 الذي يحقق غزوا لبعض خلايا نسيج البشرة وبعض خلايا القشرة دون ان يتمكن من إكمال الغزو وصولا الى أنسجة الخشب كما يفعل الفطر الممرض *F. oxysporum* f. sp. *Pisi* على جذور نبات البزاليا (Benhamou & Garand، 2001).

5 – نمو وتكاثر الممرض (Growth and Reproduction of Pathogen)

في معظم الأحوال يستمر نمو الفطر من خلال غزو انسجة نبات جديدة في الوقت الذي يموت فيه الغزل الفطري في المناطق القديمة الإصابة. وبعد بلوغ مستوى معينا من النمو وتحت تاثير آليات فسلجية معينة تكوّن معظم الفطريات وحدات تكاثرية جنسية ولاجنسية بشكل أبواغ، كما يكوّن بعضها تراكيب تكاثرية مقاومة للظروف غير الملائمة بشكل اجسام حجرية. وعموما تكوّن الفطريات أعداد هائلة من الوحدات التكاثرية على النبات المريض عند توفر الظروف البيئية الملائمة. تقوم بعض الفطريات بإنتاج متواصل للأبواغ بينما اخرى تكونها بشكل وجبات متكررة. وحسب (Agrios، 1997) تكون الفطريات الممرضة آلاف الى مئات آلاف الأبواغ في السنتمتر المَربع الواحد من النسيج المصاب، وهكذا ستنتج ملايين الأبواغ من النبات المريض وبلايين أو ترليونات الأبواغ من الحقل المصاب.

إن معظم الفطريات تكوّن وحداتها التكاثرية على سطح النبات مباشرة كما هو حال فطريات البياض الدقيقي ومن خلال الثغور كما تفعل فطريات البياض الزغبي أو من خلال تكوين اجسام ثمرية لاجنسية بشكل بكنيدات على سطح النبات او تحت الأدمة

او نسيج البشرة كما يحصل مع فطريات *Septoria* و*Ascochyta* و*Phoma* وغيرها. كما تكون العديد من الفطريات الممرضة تراكيب لاجنسية مثل الحصيرة أو الوسادة الفطرية تحت نسيج البشرة كما في الفطريات *Albugo candida* و*Colletotrichum* او بثور إيشية ويوريدية كما في فطريات الصدأ والتي تكوّن أبواغها الجنسية (Teliospores) في بثور تحت نسيج البشرة. وتكوّن العديد من الفطريات الكيسية والبازيدية تراكيبها التكاثرية الجنسية واللاجنسية على سطح النبات أو تحته. في هذه الحالات كثيرا ما يتمزق نسيج البشرة نتيجة للضغط الذي يتعرض له بسبب توسع التراكيب التكاثرية وهكذا ستعرّض أبواغ الفطر لعوامل الإنتشار مباشرة. حتى في الحالات التي تكوّن فيها الفطريات أبواغها اللاجنسية داخل انسجة النبات كما يحصل مع فطريات الذبول الوعائي أو الأبواغ الجنسية كما في العديد من الفطريات البيضية والكتريدية وكذلك الأبواغ الكلاميدية لفطريات التفحم في البذور، فإن هذه الأبواغ ستتحرر نتيجة تمزق انسجة النبات او تحللها بعد موتها.

6 – الإنتشار (Dissemination)

تنتشر الفطريات الممرضة بوسائل متعددة مثل الهواء والرياح وماء الري وماء المطر والتربة والحشرات والحيوانات الأخرى والإنسان والبذور. الإنتشار الرئيس لأبواغ الفطر بأي من هذه الوسائل يعتمد على نوع الأبواغ فإذا كانت جافة ستكون الرياح وسيلة الإنتشار الرئيسة اما إذا كانت رطبة فتكون الأمطار او الرياح المشبعة بالرطوبة وإذا كانت لزجة تكون وسيلة الإنتشار الرئيسة الحشرات. بينما الفطريات التي تصيب الجذور او تلك المتوطنة في التربة تكون وسيلتها الرئيسة التربة.

7 – مقاومة الظروف غير الملائمة (Overwintering and Oversummering)

غياب العائل نتيجة موته في نهاية موسم النمو كما في النباتات الفصلية وموت الأوراق أو الأزهار والثمار في النباتات المعمرة يؤدي الى موت الغزل الفطري للفطريات الأحيائية التغذية وإنخفاض حاد في المادة الغذائية للفطريات النخرية التغذية. أن ذلك يترافق

عادة مع سيادة الظروف البيئية غير الملائمة للنمو. إن هذه العوامل تدفع الفطريات الممرضة الى إتباع وسائل تمكنها من المحافظة على لقاح حي لموسم أو مواسم النمو التالية من اجل بدء إصابات اولية جديدة. من هذه الوسائل تقوم الفطريات المجبرة التطفل بإصابة نباتات برية أو عوائل مناوبة كما في فطريات الصدأ ثنائية العائل وتكوين الأبواغ الجنسية والكلاميدية السميكة الجدران حيث يمكنها تحمل تاثير درجات الحرارة المرتفعة أو المنخفضة ومقاومة فقدان الرطوبة في اوقات الجفاف لفترات طويلة. اما الفطريات الأخرى فيمكنها البقاء حية بشكل غزل فطري في الأجزاء النباتية المصابة سواء على النباتات المعمرة او على الأوراق او الأجزاء المتساقطة على التربة وفي البذور أو على المواد العضوية في التربة. وتكوين الأجسام الحجرية من قبل بعض الفطريات وكذلك الأبواغ الجنسية والكلاميدية المقاومة.

الفصل الرابع Chapter 4

اعراض الأمراض الفطرية

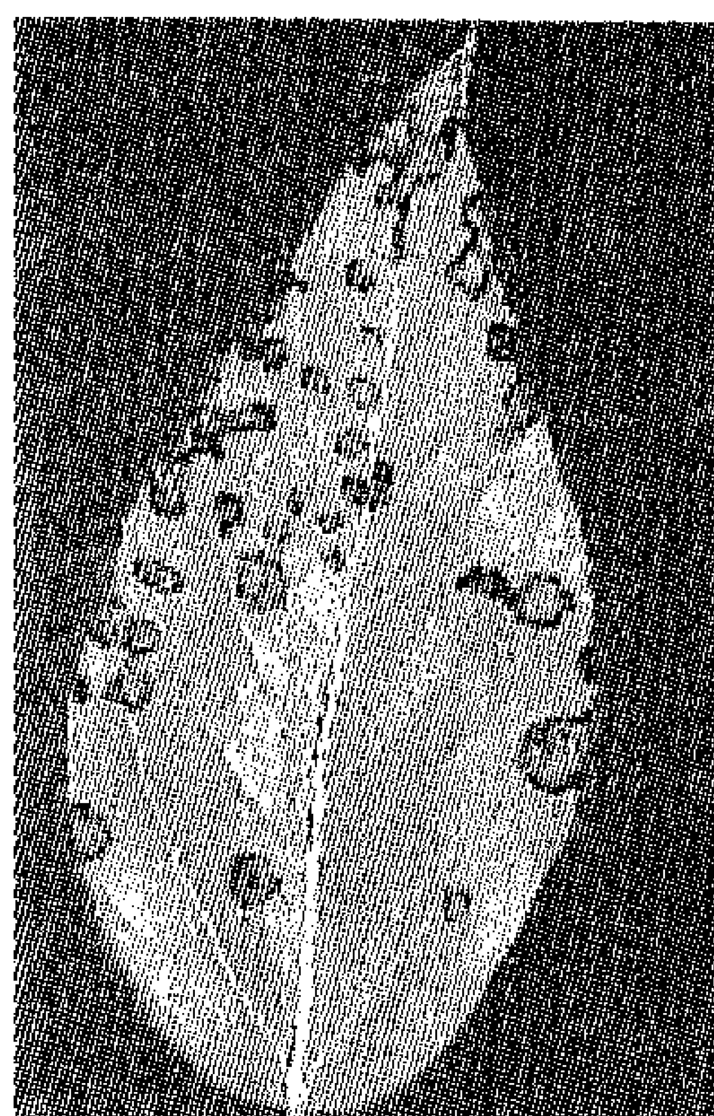
Symptoms of Fungal Plant Diseases

تظهر النباتات المريضة اعراض مختلفة نتيجة إختلاف المسبب وسعة الغزو او شدة الإصابة وإختلاف آلية الإصابة والظروف البيئية السائدة. ويمكن ان تحدث المسببات الفطرية المختلفة اعراضا متشابهة كما انها يمكن ان تتداخل او تشابه بعض الأعراض المتسببة عن عوامل بيئية كنقص العناصر او تلك المتسببة عن ممرضات بكتيرية او غيرها من المسببات المرضية. يمكن حصر اهم الأعراض المرضية التي تسببها الفطريات بالمجاميع التالية:

1. الأعراض النخرية:

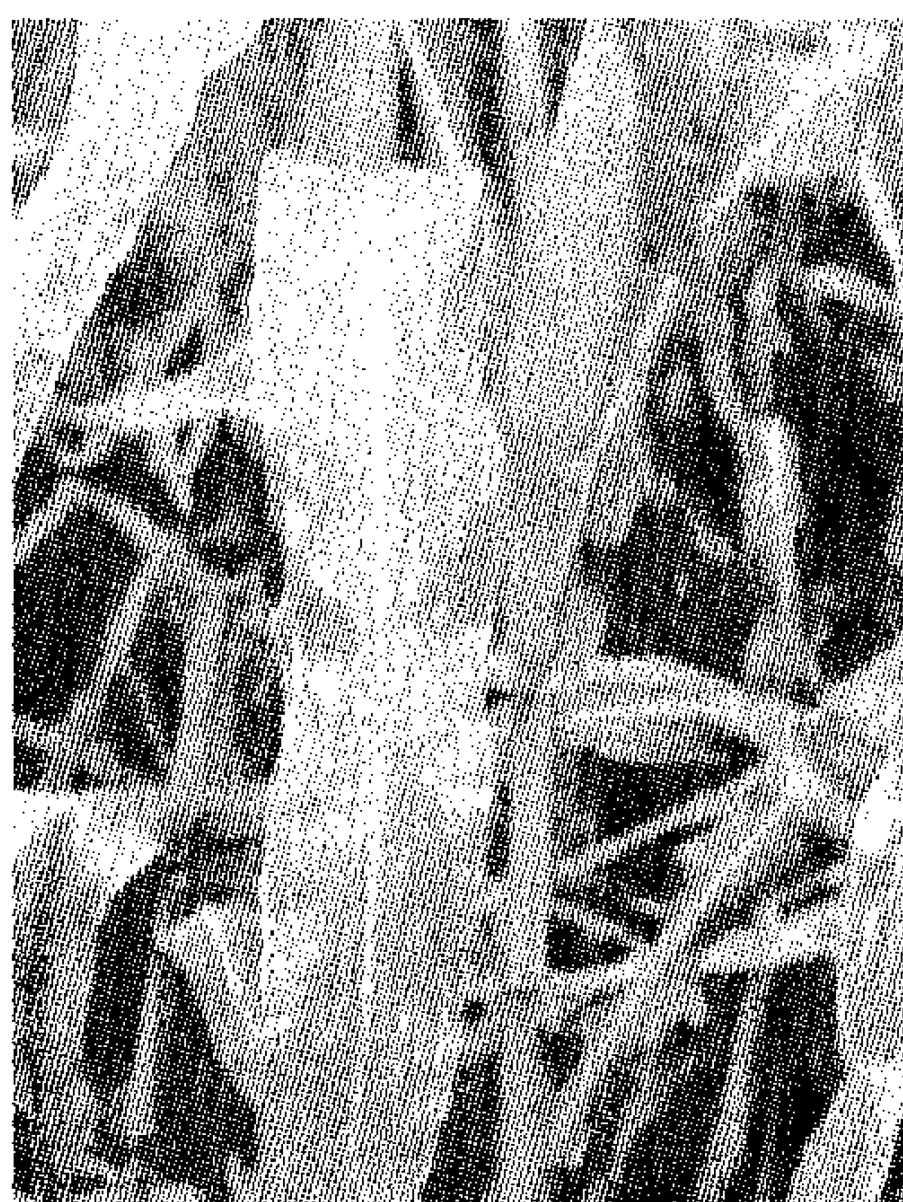
وهي الأعراض التي تنشأ نتيجة موت الخلايا او الأنسجة وتشمل:

تبقع الأوراق (Leaf Spot): تنشا عن إصابات موضعية في الأوراق تتضمن موت عدد محدود من الخلايا حيث تبدو مصفرة في البداية ثم يتحول لونها الى البني او الأسود محاط بنسيج يبدو سليما. ويمكن ان تتوسع البقع او تتحد لتشمل اجزاء مهمة من الورقة (شكل 4.1).



شكل **4.1**: تبقع أوراق الحور المتسبب
عن الفطر *Mycosphaerella populorum*
http://rds.yahoo.com/S=96062883/K=leaf+spot/v=2/SID=e/l=IVR/SIG=1304j9p1p/EXP=1136666814/*-http%3A//www.glfc.forestry.ca/treedisease/septoria_leaf_spot_and_canker_e.html

التخطط (Streak): ويتضمن إصابات موضعية نخرية على الأوراق أو السيقان في نباتات ذوات الفلقة الواحدة حيث تمتد طوليا نتيجة التعرق الطولي الذي يحدد إنتشار الإصابة (شكل 4.2).



شكل **4.2**: البقع الطولية بشكل تخطيط متسببة عن الإصابة بالفطر *Bipolaris maydis* على أوراق الذرة
عن: **http://rds.yahoo.com/S=96062883/K=Helminthosporium+symptoms+images/v=2/SID=e/l=IVR/SIG=1283q61up/EXP=1136716011/*-http%3A//ipm.ncsu.edu/corn/diseases/corn_diseases.html**

اللفحة (**Blight**): وهي موت عام وسريع للأوراق او الفروع او الأجزاء الهوائية الأخرى (شكل 4.3).



شكل **4.3**: اللفحة المبكرة على البطاطا المتسببة عن الفطر *Alternaria alternate*
عن:
http://rds.yahoo.com/S=96062883/K=blight+symptoms+images/v=2/SID=e/I=IVR/SIG=12ue43gir/EXP=1136717123/*-http%3A//www.colostate.edu/Orgs/Vegnet/images/alternatablight/alternata.html

التسوس (**Canker**): وهي قروح موضعية على الساق تكون غائرة في الغالب وتختلف في حجمها حسب نوع الممرض والنبات والظروف البيئية (شكل 4.4).



شكل **4.4**: التسوس على جذع شجرة متسببةعن الفطر *Fusarium circinatum*
عن:
http://rds.yahoo.com/S=96062883/K=canker+symptoms+images/v=2/SID=e/I=IVR/SIG=12inh1lk4/EXP=1136717876/*-http%3A//www.cals.ncsu.edu/course/pp318/profiles/pitch/pitch.htm

الموت التراجعي (Dieback):

يتمثل بموت الفروع من اطرافها وإمتداده تدريجيا نحو القاعدة (شكل 4.5).



شكل 4.5: اعراض الموت التراجعي

عن:

http://rds.yahoo.com/S=96062883/K=dieback+symptoms+images/v=2/SID=e/l=IVR/SIG=128jepr5i/EXP=1136718456/*-http%3A//www.tlcfortrees.info/tree_decline_due_to_.htm

الأنحطاط (Decline):

ويتمثل بالنمو الضعيف وصغر الأوراق واصفرارها أو إحمرارها وتقصفها وسقوطها مع الموت التراجعي (شكل 4.6).

الأنثراكنوز (Anthracnose):

ويتضمن تكون قروح نخرية غائرة على اجزاء النبات الهوائية المختلفة (شكل 4.7).

الجرب (Scab):

ويتضمن نشوء العديد من القروح الموضعية المرتفعة أو الغائرة على الثمار او الدرنات والأوراق وغيرها ويتصاحب مع تشققات تعطي مظهر الجرب.



شكل 4.6: أعراض الأنحطاط

عن:

http: / /rds.yahoo.com /S=96062883 /K=dieback+symptoms+images / v=2 /SID=e /l=IVR /SIG=128jepr5i /EXP=1136718456 /*-http%3A / /www. tlcfortrees.info /tree_decline_due_to_.htm

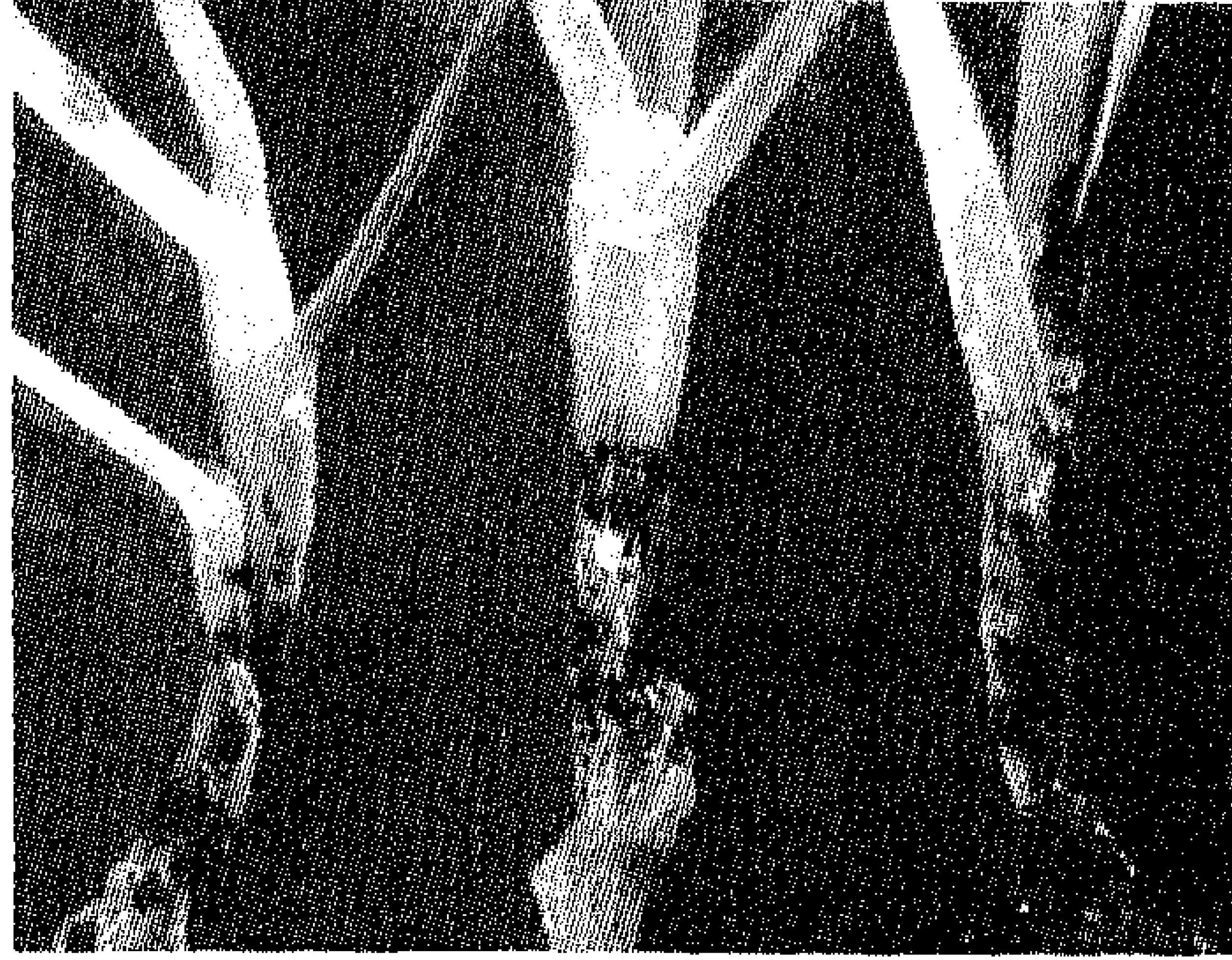


شكل 4.7: الأنثراكنوز على الرقي

عن:

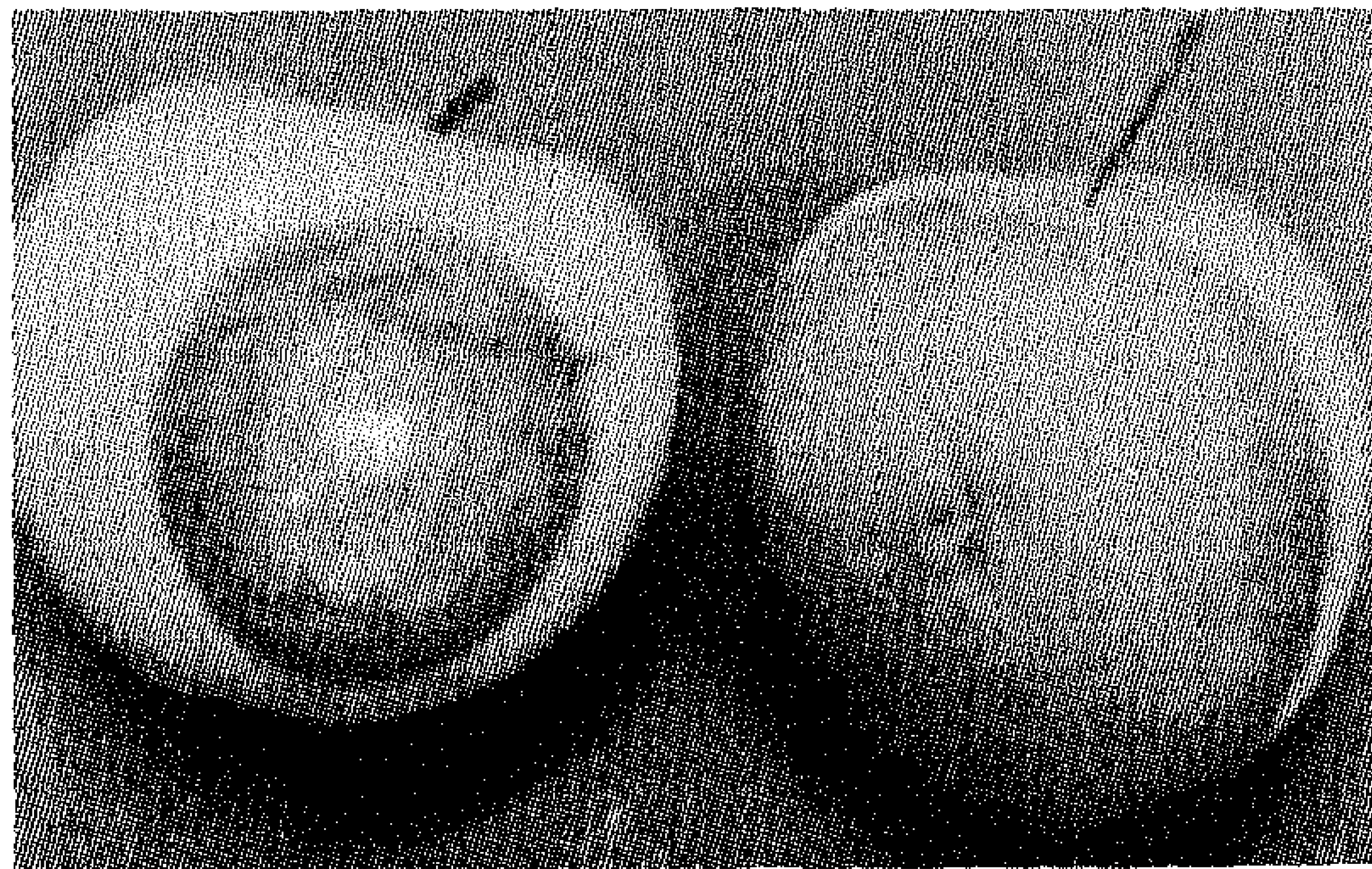
D:\plant diseases\Anthracnose of Cucurbits–sunken lesions 2.htm

تعفن قاعدة الساق (Basal Stem Rot): وينتج عن النمو والنشاط الأنزيمي للفطر في الجزء السفلي من الساق (شكل 4.8).



شكل 4.8: تعفن قاعدة الساق في نبات الكلثية (Bluegrass)
المتسبب عن الفطر *Colletotrichum graminicola*
عن:
http: / /rds.yahoo.com /S=96062883 /K=basal+stem+rot /v=2 / SID=w /l=IVR /SIG=1247atqr0 /EXP=1136803735 /*-http%3A / / turfgrassmanagement.psu.edu /TurfDis2.html

التعفن الطري (Soft Rot): ويتمثل بتحول الثمار او الأجزاء الدرنية من النبات الى كتلة مائية رخوة نتيجة لنشاط الإنزيمات المحللة التي يكونها الفطر (شكل 4.9).



شكل 4.9: التعفن الطري لثمار التفاح المتسبب عن *Penicillium expansum* (يسار) و**Monilinia fructigena** (يمين)
عن:
http: / /rds.yahoo.com /S=96062883 /K=fruit+rot+images /v=2 /SID=w / l=IVR /SIG=128d071gb /EXP=1136805641 /*-http%3A / /helios.bto.ed.ac. uk /bto /microbes /applerot.htm

التعفن الجاف (**Dry Rot**): ويتمثل بتحلل انسجة الثمار او الأجزاء الأخرى من النبات ولكن الأنسجة المتضررة تكون جافة غير مائية بسبب تبخر الماء (شكل 4.10).



شكل **4.10**: التعفن الجاف على البطاطا المتسبب عن الفطر *Fusarium solani*

عن:

http://rds.yahoo.com/S=96062883/K=dry+rot+images/v=2/SID=w/l=IVR/SIG=150io63qj/EXP=1136806265/*-http%3A//www.oznet.ksu.edu/path-ext/factSheets/Potato%20and%20Sweet%20Potato/Potato/Fusarium%20Tuber%20Rot%20%28Dry%20Rot%29%20of%20Potato.asp

تعفن الجذر (**Root Rot**): ويتمثل بتحلل الجذر جزئيا او كليا نتيجة لنشاط إنزيمات الفطر المحللة (شكل 4.11).



شكل **4.11**: تعفن جذور الشليك

عن:

http://rds.yahoo.com/S=96062883/K=root+rot/v=2/SID=e/l=IVR/SIG=1341qdasq/EXP=1136984375/*-http%3A//www.extension.usu.edu/plantpath/fruit_diseases/fd_blackrootrot_images.htm

تسقيط البادرات (Damping-Off): سقوط البادرات الصغيرة لإصابتها في المنطقة القاعدية من الساق التي ستفقد القوة الميكانيكية المطلوبة لإسناد النبات(شكل 4.12).



شكل 4.12: تسقيط البادرات

عن:

http: / /rds.yahoo.com /S=96062883 /K=damping+off+seedlings / v=2 /SID=e /l=IVR /SIG=129q4vsdl /EXP=1136989291 /*-http%3A / / ourgardengang.tripod.com /Fungus%20Problems.htm

2 - اعراض التضخم (Overgrowth Symptoms): وهي الأعراض التي تنشأ نتيجة الزيادة غير الطبيعية في معدل إنقسام وتوسع الخلايا بسبب زيادة تراكيز الأوكسينات و/ أو الجبريلينات المتسببة عن الإصابة، وتشمل:

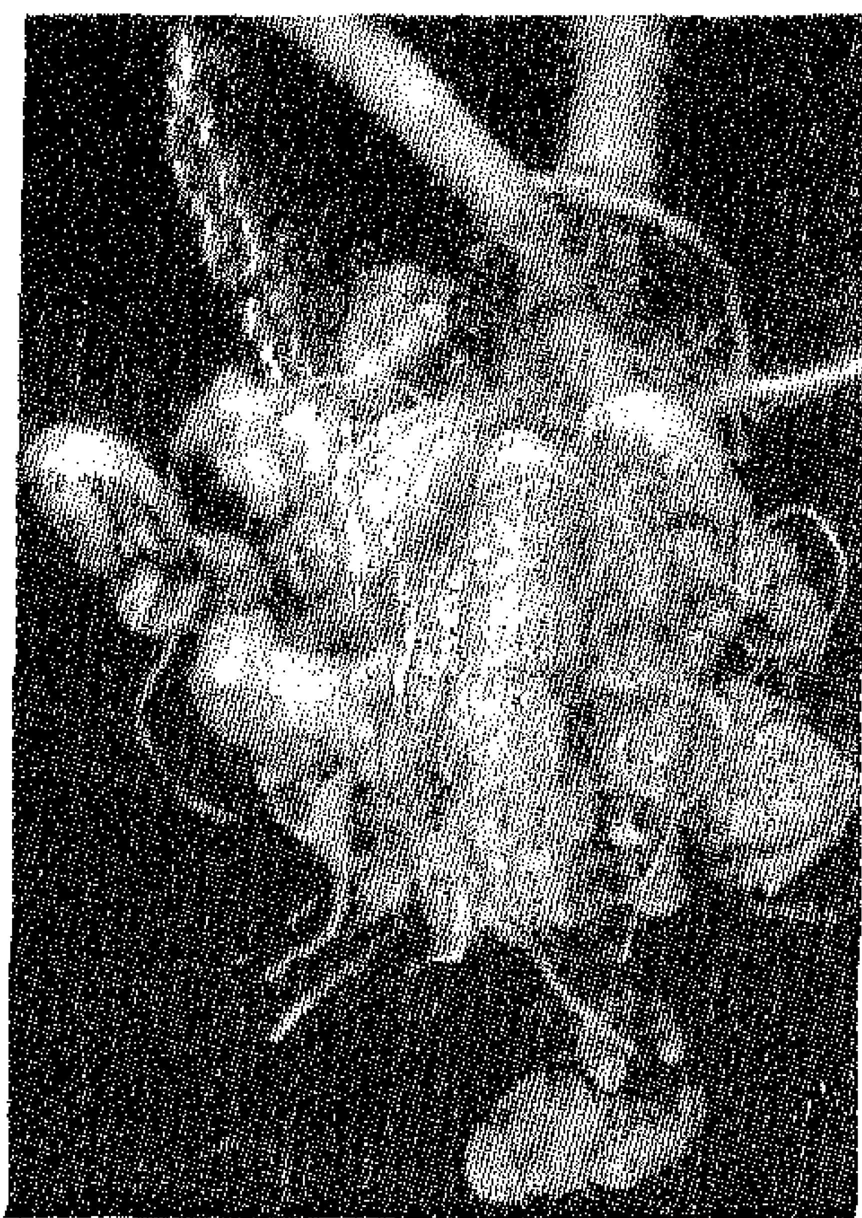
الجذر الصولجاني (Club Root): تظهر الجذور متضخمة على شكل المغزل او الصولجان (شكل 4.13).

الأورام (Tumors): تضخمات غير منتظمة كبيرة تنشا على الساق عادة (شكل 4.14).

الثآليل (Warts): نموات زائدة بارزة صغيرة كثيرة العدد تنشا عل الدرنات والسيقان.

تجعد الأوراق (Leaf Curls): تشوهات وتثخن والتفاف للأوراق نتيجة إختلاف معدل النمو في مناطق الورقة.

مكنسة الساحرة (**Witches'broom**): تفرع مفرط غير طبيعي للأغصان تتجه نحو الأعلى.



شكل 4.13: الجذور الصولجانية

عن:

http://rds.yahoo.com/S=96062883/K=clubroot+images/v=2/SID=e/I=IVR/SIG=12frn1ncl/EXP=1136989736/*-http%3A//www.gardeners.com/gardening/content.asp?copy_id=5347

العقد (**Galls**): تضخمات محدودة الحجم كثيرة العدد عادة تنشا على السيقان او الأوراق او الأغصان او الجذور.



شكل **4.14**: أورام على ساق الصنوبر نتيجة ألإصابة بفطر الصدأ المغزلي.
Cronartium quercuum f. sp. Fusiforme

عن:

http://rds.yahoo.com/S=96062883/K=gall+symptoms+images/v=2/SID=e/I=IVR/SIG=12jblugit/EXP=1136991290/*-http%3A//www.cals.ncsu.edu/course/pp318/profiles/fusiform/fus.htm

3 – اعراض اخرى:

وهي أعراض تتسبب عن مجاميع معينة من الفطريات، وتشمل:

الذبول (Wilt): فقدان المقاومة الميكانيكية وتدلي الأغصان والأوراق بسبب فقدان الخلايا لضغط الإمتلاء.

الصدأ (Rust): قروح او بثور صدأية اللون على الأوراق أو السيقان.

التفحم (Smut): إمتلاء الحبوب او الأورام بالأبواغ او الغزل الفطري التي تكون بشكل مسحوق أسود اللون.

البياض الدقيقي (Powdery Mildew): ظهور بقع او مساحات من الأوراق او السيقان او الثمار مغطاة بمادة بيضاء دقيقية القوام تتكون من الغزل الفطري وكونيدات الفطر.

البياض الزغبي (Downy mildew): ظهور بقع صفراء زيتية مضلعة على السطح العلوي للأوراق ونمو زغبي ابيض الى رمادي مزرق على السطح السفلي يمثل حوامل الأبواغ وأبواغ الفطر ثم يتحول لون البقع الى البني.

العلامات المرضية (Disease Signs)

وتتمثل بالغزل الفطري والحوامل البوغية والأبواغ والتراكيب التكاثرية الجنسية واللاجنسية والأجسام الحجرية التي يكونها الفطر على النباتات المريضة. تتكون العلامات المرضية عادة بعد نشوء الأعراض. وتقدم العلامات المرضية دليلا قويا على إحتمال تسبيب الفطر للحالة المرضية.

الفصل الخامس Chapter5

أمراض متسببة عن الفطريات الهلامية

Diseases Caused by Slime molds

هذه المجموعة من الأحياء هي حيوانات إبتدائية تشابه الفطريات في طريقة التكاثر حيث أنها تتكاثر لاجنسيا عن طريق تكوين الأبواغ. تتغذى هذه الأحياء على البكتريا والخمائر والمواد العضوية بطريقة الإبتلاع عندما يزحف جسمها المؤلف من بلازموديوم على سطوح الأوراق النباتية وغيرها من الأوساط الطبيعية. وهكذا فإن هذه الأحياء ليست طفيلية على النبات ولاتحدث إصابات عليه، لكن نموها الكثيف على سطوح النبات يمكن ان يؤدي الى التاثير على التركيب الضوئي للنبات عن طريق تقليل الأضاءة المستلمة من قبل خلايا الورقة.

مرض العفن السخامي (Sooty Mold)

المرض (Pathogen): أنواع الفطريات الهلامية الأكثر شيوعا تضم *Physarum* و *Fuligo* و*Mucilago* و*Didymium* ويتسبب المرض عن عدد من الفطريات الكيسية مثل *Aethaloderma* و*Capnodium* spp. و*Fumago* sp و*Euantennaria* و*Scorias* sp. و *Trichomerium* والخميرة *Aureobasidium* والفطر الناقص *Cladosporium* وغيرها.

تتواجد انواع من الفطريات الهلامية خاصة على سطوح الأوراق لكنها تزدهر كثيرا عند إصابة النبات بحشرات تنتج ندوة عسلية (Honeydew) مثل المن والحشرات القشرية والذبابة البيضاء والبقة المغبرة أو لوجود النباتات في ظل اشجار مصابة بهذه

الحشرات. تتأثر العديد من انواع الأشجار مثل البلوط والحور والقيقب والمخروطيات والدردار والصفصاف والحمضيات والتين والعنب وغيرها كما تتاثر الشجيرات والنباتات العشبية والثيل.

هذه المسببات المرضية لا تخترق العائل وإنما تقوم بالتغذي على إفرازات السطوح النباتية وعلى الخمائر والبكتريا وبدرجة رئيسة على مواد الندوة العسلية التي تفرزها الحشرات. من خلال نموها الغزير تنشأ طبقة داكنة على سطوح الأوراق مما يؤثر على وصول الضوء الى الخلايا القائمة بالتركيب الضوئي وبالتالي تسبب تخفيض هذه العملية الحيوية ونشوء الأعراض(Gillman،2005 ; Nelson،2008).

الأعراض (Symptoms)

تتمثل الأعراض بتكون طبقة قشرية سوداء على سطوح الأوراق والأغصان أو تكوّن غلاف إسفنجي اسود على الأوراق الأبرية أو الأغصان حتى بعد غياب الحشرات المكونة للمادة العسلية(شكل 5.1 و5.2). كما تشمل الأعراض الإصفرار وتساقط الأوراق نتيجة أذى الحشرات وحجب الضوء(تقليل التركيب الضوئي). في بعض الحالات الشديدة يمكن ان تضعف النباتات وتموت أجزاء منها.



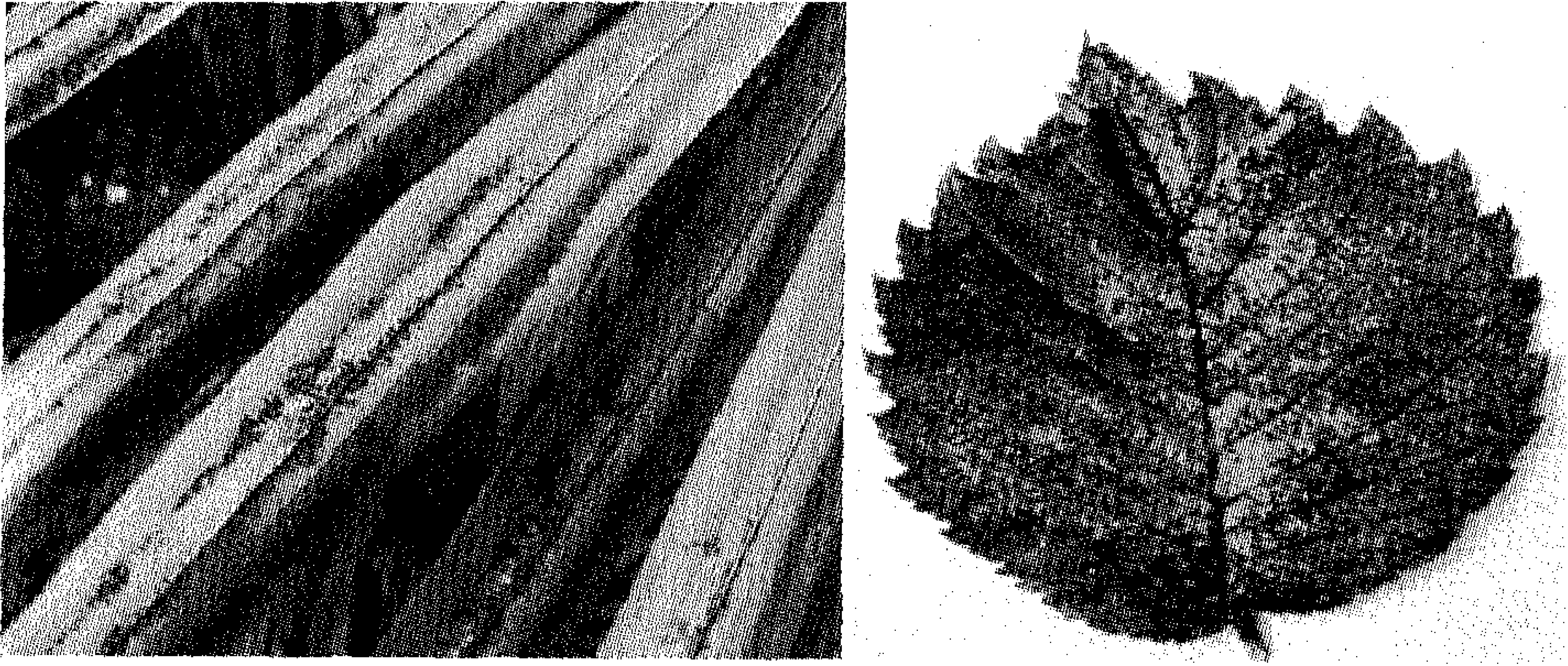
شكل 5.1: العفن السخامي على فرع صنوبر(يمين) ويغطي بكثافة الأوراق البرية للصنوبر(يسار)

عن:

http: / /plantclinic.cornell.edu /FactSheets /sooty /sootymold.htm

تطور المرض (Development of Disease)

نمو فطريات العفن السخامي يكون على نوعين: الأول يعتمد على النمو على الأوراق وهذا النمو سيستمر مع نمو وبقاء الأوراق. الثاني يتضمن النمو على سيقان وأفرع النباتات الخشبية. هذا النمو يتجدد من نموات وأبواغ الفطر من المواسم السابقة. خلال موسم النمو ينتج الفطر أبواغا كثيرة تنتقل بواسطة الهواء الى سطوح النباتات غير المصابة. مع توفر الرطوبة تنبت الأبواغ وتكوّن نموات جديدة. يشجع نمو هذه الفطريات الهلامية في الأجواء الدافئة كما أن الظروف الجافة تساعد على إنتشارها. ذلك يرجع الى زيادة آهلات ونشاط حشرات المن وتكوينها للندوة العسلية على الأوراق التي تعاني من ظروف إجهاد الجفاف. علاوة على ذلك، فإن ظروف الجفاف تتضمن عدم وجود الأمطار التي يمكن أن تغسل (تزيل) نموات الفطر الهلامي و/ أو تخفف من تركيز الندوة العسلية وهي المادة الغذائية الرئيسة لهذه الفطريات. الفطر يمكن أن يبقى بهيئة (Gillman،2005).



شكل 5.2: أعراض العفن السخامي على ورقة أشجار الدردار(يمين) ووريقات النخيل(يسار)

عن: **(Gillman،2005)** و(Nelson،2008)

السيطرة على المرض (Control)

1. مكافحة الحشرات المذكورة اعلاه.

2. غسل النباتات لإزالة مخلفات الحشرات والغبار وتنظيف سطح النبات.

3. في الحالات الشديدة الإصابة ترش النباتات بالمبيد الفطري كابتان او ثيرام (Agrios،1997 ؛Hansen & Day،2000)

الفصل السادس ***Chapter6***

أمراض متسببة عن فطريات *Plasmodiophoromycetes*

Diseases Caused by Plasmodiophoromycetes

Plasmodiophora: مرض الجذور الصولجانية في نباتات العائلة الصليبية.

Polymyxa: أمراض الجذور في محاصيل الحبوب والحشائش.

Spongospora: مرض الجرب الدقيقي في البطاطا.

مرض الجذور الصولجانية

على نباتات العائلة الصليبية

يعتبر مرض الجذور الصولجانية من اكثر أمراض العائلة الصليبية تدميرا حيث يصيب المرض نباتات العائلة الصليبية المزروعة والبرية (Koch *et al.*،1991). وتكون نباتات اللهانة واللهانة الصينية والكرنب المسوق وبعض أنواع اللفت حساسة جدا للإصابة، بينما نباتات البروكلي والقرنبيط والفجل واللفت والملفوف متوسطة الحساسية أما الخردل والرشاد وبعض أصناف اللفت فتكون مقاومة او خفيفة الحساسية (Averre،2000).

من بين 900 نوعا من عائلة *Brassicaceae* وجد ان نباتات مقاومة للإصابة يمكن ان توجد ضمن *Brassica oleracea* واللفت خصوصا

Raphanus sativus (Scholze & Hammer،1997).

الأعراض (Symptoms)

في بداية الإصابة تبدو النباتات طبيعية أو ذات اوراق شاحبة الخضرة الى مصفرة ولكن مع نضجها، تصبح بطيئة النمو وتذبل خلال الأيام المشمسة وتتقزم. أما النباتات الصغيرة فيمكن ان تموت نتيجة الإصابة. تظهر الإصابة في الحقل على مجاميع متفرقة من النباتات، ولكن في المواسم اللاحقة تكون الإصابة شاملة. العرض المميز هو الجذور المتضخمة الصولجانية الشكل والتي يمكن ان تتحلل نتيجة الإصابات الفطرية او البكتيرية الثانوية (شكل6.1). تؤدي الإصابة الى ضعف الإنتاج أو إنعدامه تماما.



شكل 6.1: مرض الجذور الصولجانية على اللهانة المتسبب عن الفطر
Plasmodiophora brassicae

عن:
http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/PhotoPages/Impt_Diseases/Crucifers/Crucifer_Club.htm

الفطر المرض (**Pathogen**): ***Plasmodiophora brassicae*** في الوقت الحاضر، يتبع الفطر مملكة الإبتدائيات *Protist*، الحيوانات الإبتدائية *Protozoa*. جسم الفطر يكون بشكل بلازموديوم، يكوّن حوافظ بوغية او أبواغ ساكنة تعطي عند إنباتها أبواغ متحركة. في دراسة التغاير الوراثي للممرض ضمن 9 اورام معزولة و37 عزلة بوغ مفرد من 4 مواقع حقلية ثبت وجود 8 طرز ممرضة (Pathotypes).

(Manzanares-Dauleux *et al.*،2001). في *P. brassicae* ينشط المسبب المرضي في

الأراضي الطينية الجيدة الصرف حيث يبقى لعشر سنوات او اكثر.

تطور المرض (Development of Disease)

تخترق الأبواغ المتحركة الشعيرات الجذرية وتتحول الى بلازموديوم. بعد أيام يتجزا البلازموديوم الى أجزاء عديدة النوى يتطور كل منها الى حافظة بوغية تحتوي 4 – 8 أبواغ متحركة ثانوية. تتحرر الأبواغ خارج الخلايا وتتحد أزواج منها لتكوّن لاقحات تتمكن من إصابة انسجة جديدة من الجذر مباشرة، اما الأنسجة القديمة فتخترق من خلال الجروح. ينتشر البلازموديوم الى خلايا القشرة والكامبيوم ومنه الى بقية اجزاء النبات. ونتيجة وجود ونشاط البلازموديوم في الخلايا، تتحفز على النمو غير الطبيعي حيث يزداد حجمها عدة مرات كما يحفز نمو الخلايا الأخرى غير المصابة، وهكذا تنشأ أعراض تضخم الجذر. إن إستهلاك المواد الغذائية في غير مصلحة النمو الطبيعي للنبات وإنخفاض فاعلية الجذر في الأمتصاص نتيجة تشوهه تنعكس سلبا على نمو النبات وإنتاجه. ونظرا لعدم قدرة الجذر الصولجاني على تكوين النسيج الفليني الواقي، يصبح عرضة للإصابات الثانوية.

لاينتشر المسبب المرضي بواسطة البذور ولكن بواسطة مياه الري والأدوات الزراعية الملوثة وتعتبر الشتلات الملوثة مصدرا رئيسا لإنتشار المرض (Agrios،1997).

السيطرة على المرض (Control)

1. إستخدام الأصناف المقاومة.
2. إستخدام الشتلات السليمة.
3. الدورة الزراعية من 3 – 5 سنوات بنباتات من غير العائلة الصليبية.
4. نشر هيدروكسيد الكالسيوم في التربة بنسبة 1500 باوند / آكر لرفع الـpH فوق 7(Agrios،1997؛ Averre،2000).

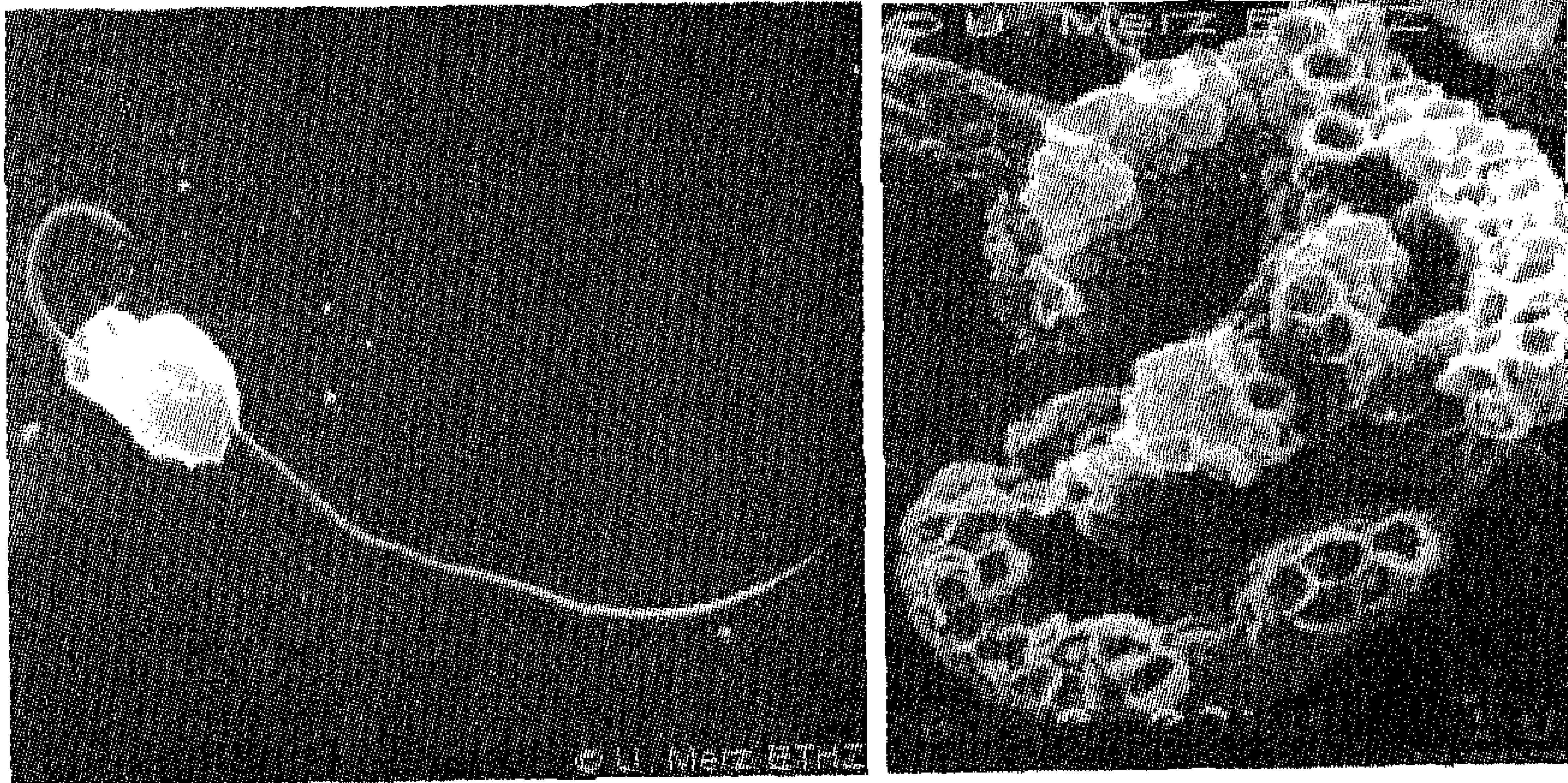
مرض الجرب الدقيقي على البطاطا
Powdery Scab of Potato

وجد المرض أول مرة في المانيا سنة 1841 وانتشر في أوربا سنة 1855 وفي أمريكا الشمالية في سنوات 1911 – 1913 وهو واسع الإنتشار في جميع مناطق إناج البطاطا في العالم خصوصا في العشرين سنة الأخيرة. تؤدي الإصابة الى تخفيض الإنتاج وتقلل كثيرا من قيمته التسويقية.

الفطر الممرض (Pathogen) : *Spongospora subterranea f. sp. subterranea*

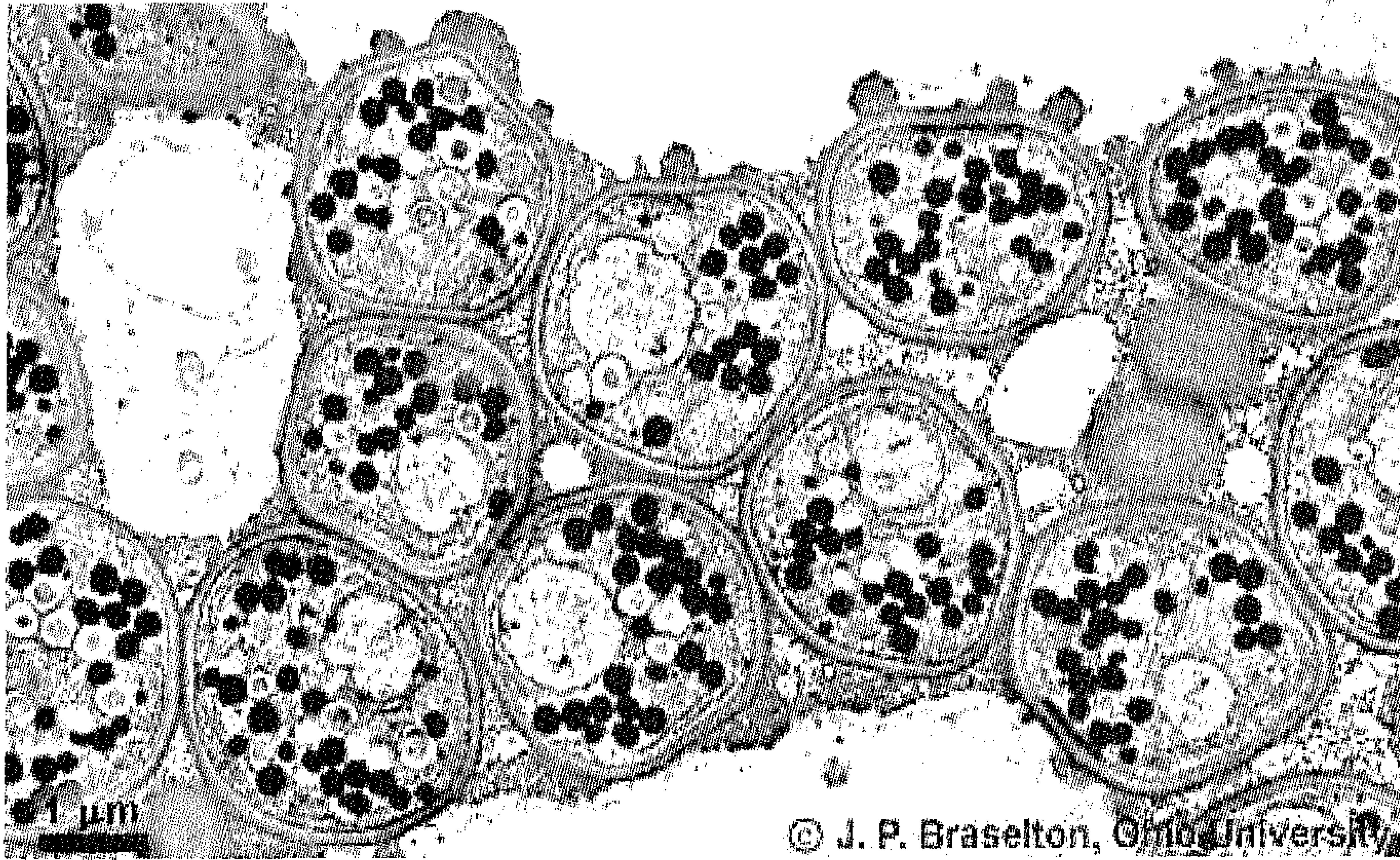
وهو مشابه لمسبب مرض الجذور الصولجانية على اللهانيات. في الوقت الحاضر، يتبع الفطر مملكة الإبتدائيات *Protist*، الحيوانات الإبتدائية *Protozoa*.

الضامة البوغية (Sporosorus) للفطر تكون إسفنجية، مجوفة ذات قنوات غير منتظمة عديدة وفتحات. حجمها 19 – 85 (الغالبية 40 – 80) ملك. اللون شفاف الى اصفر، بني وأخضر. تتألف الضامة البوغية من 500 – 1000 بوغ (شكل6.2يمين). خلية العائل تحتوي عادة على أكثر من ضامة بوغية واحدة (شكل6.3).



شكل 6.2: كرة بوغية (ضامة بوغية) مكسورة تظهر بداخلها التجاويف والقنوات(يمين) وبوغ متحرك أولي ثنائي الأسواط غير المتساوية للفطر *Spongospora subterranean*، علما أن ابوغ المتحرك الثانوي متشابه مظهريا معه عن: (Merz،2010)

الحافظة البوغية تكون صغيرة، بيضوية أو كروية، أو كبيرة متطاولة مفصصة وغير منتظمة، مفردة أو متحدة في ضامات بوغية. هذه الأحياء متطفلة على نباتات العائلة الباذنجانية. الأبواغ المتحركة الأولية والثانوية تمتلك سوطين غير متساويين في الطول (Heterocont Biflagellated) (Merz،2010) (شكل 6.2يسار).



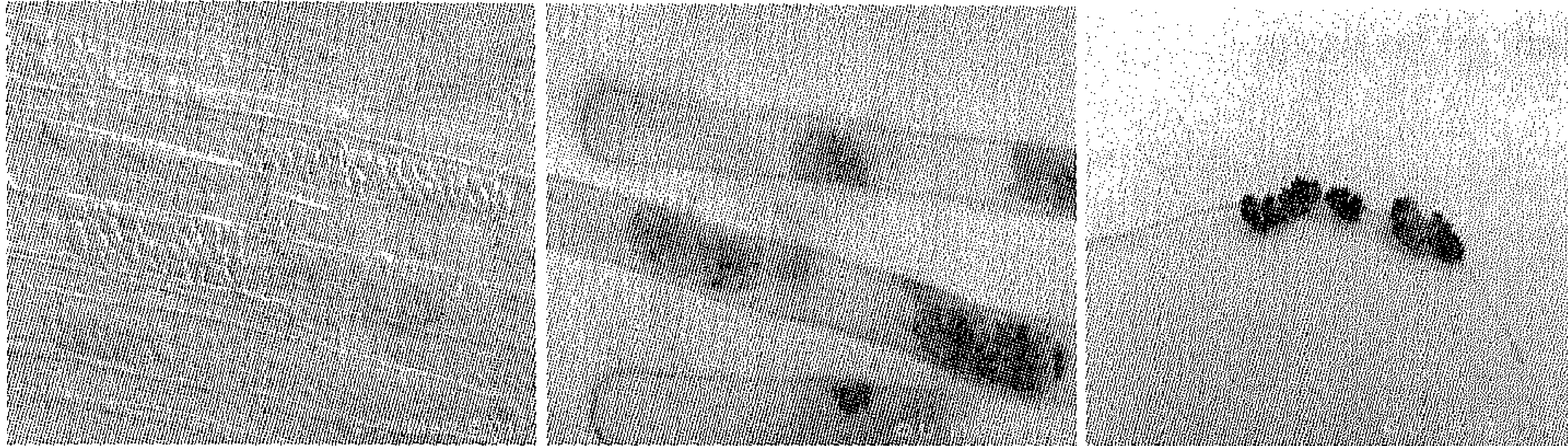
شكل 6.3: الضامات البوغية للفطر *Spongospora subterranean* في خلايا نبات البطاطا المصاب

عن: (J. P. Braselton،Plasmodiophorid Home Page،2010)

الأعراض (Symptoms)

تظهر الأعراض على الأجزاء تحت الأرضية للنبات. تتكون على الجذور والمدادات نتيجة توسع وإنقسام الخلايا المصابة نموات عقدية بيضاء يتحول لونها الى البني مع نضجها (شكل6.4يمين). على الدرنات المصابة تتكون القروح الجربية حيث تكون صغيرة، دائرية مغطاة بقشرة الدرنة ثم تتحول الى بثور بنية الى زيتونية بنية الى بنية داكنة ومع تمزق قشرة الدرنة تظهر البثرة غائرة قليلا كاشفة عن كتل الأبواغ البنية (شكل6.5). اثناء الخزن تصبح الدرنات المصابة عرضة للإصابات الثانوية بالفطر *Fusarium*

وبكتريا التعفن الطري وغيرها. المرض يعتبر ناقل لفايروس *potato mop-top virus* (Johnson،2008).

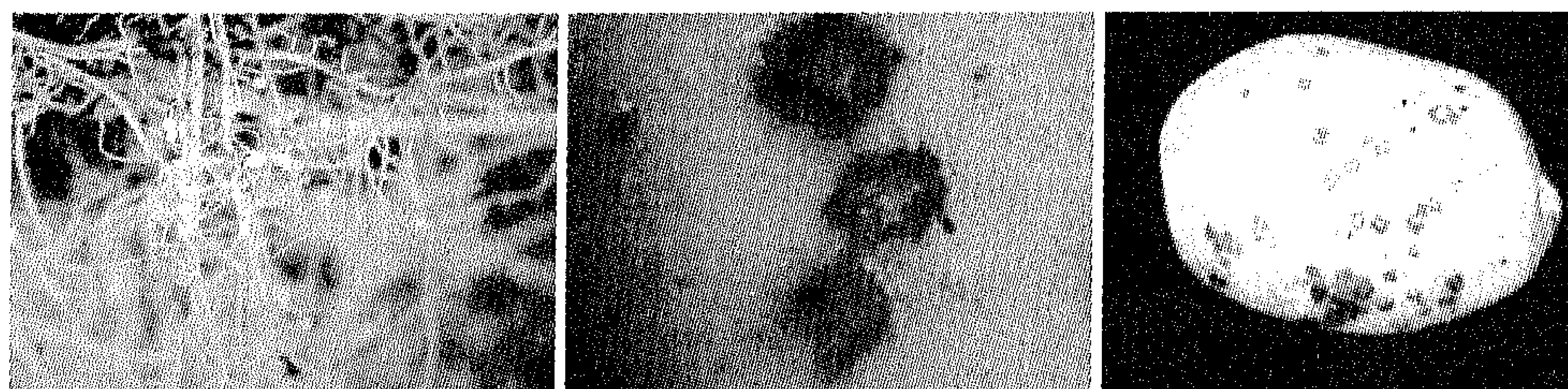


شكل 6.4: صورة مقربة لجزء من جذر بطاطا مصاب بافطر *Spongospora subterranean* يظهر العقد(يمين). شعيرات جذرية تظهر بلازموديات مصبوغة(وسط). خلايا بشرة جذر نبات الطماطة تحتوي على حوافظ أبواغ متحركة بمختلف أطوار التكشف
عن: (Merz،2010)

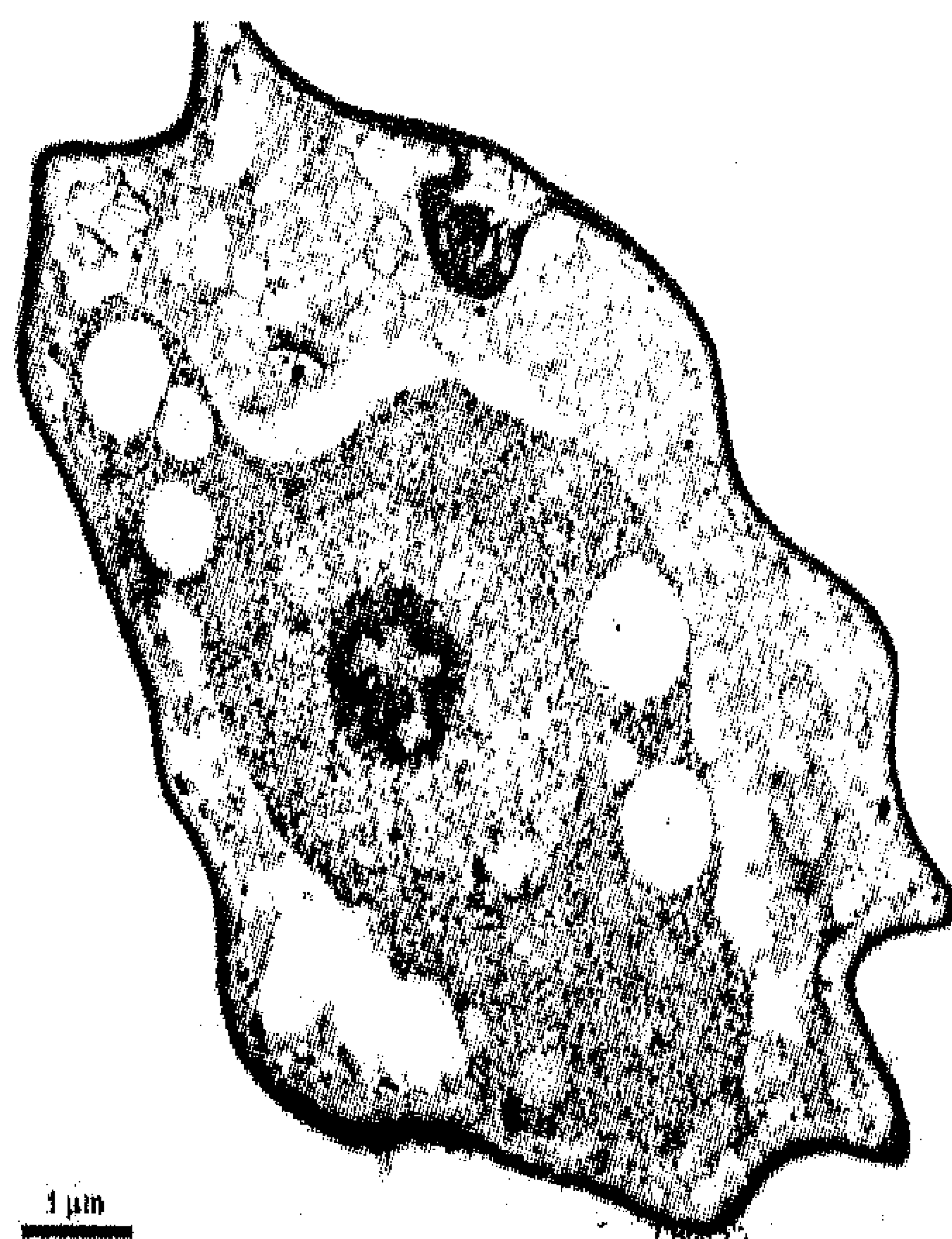
تطور المرض(Development of Disease)

بوجود جذور النباتات العائلة، تنبت الأبواغ الساكنة السميكة الجدران محررة الأبواغ المتحركة الأولية. تتمكن هذه الأبواغ المتحركة من إختراق الشعيرات الجذرية وخلايا البشرة للسيقان المدادة والعديسات والبراعم والجروح على الدرنات النامية. يتحول البوغ المخترق لخلايا الشعيرات الجذرية الى بلازموديوم (شكل6.6 و6.4 وسط). يؤدي إصابة الخلايا الى تضخمها وتكوين عقد على الجذور المصابة تحت الظروف البيئية الملائمة. يستمر المرض بالنمو مكونا حوافظ بوغية (6.4 يسار) والتي تحرر الى التربة أبواغ متحركة ثانوية قادرة على تحقيق إصابات جديدة وخصوصا على الدرنات النامية. على الدرنات المصابة تتكون قروح الجرب الدقيقي والتي تحتوي على كرات من الأبواغ الساكنة السميكة الجدران والتي تؤمن بقاء وإنتشار الفطر. ينمو المرض في درجات حرارة أقل من 20 مْ (11 – 18 مْ) وبرطوبة تربة تزيد عن 15 ٪ و7.6 – pH 4.7. يمكن للممرض إصابة عدد من انواع النباتات الأخرى لكنه لا يكوّن أبواغ ساكنة إلا على نبات البطاطا ونبات *Solanum nigrum*.

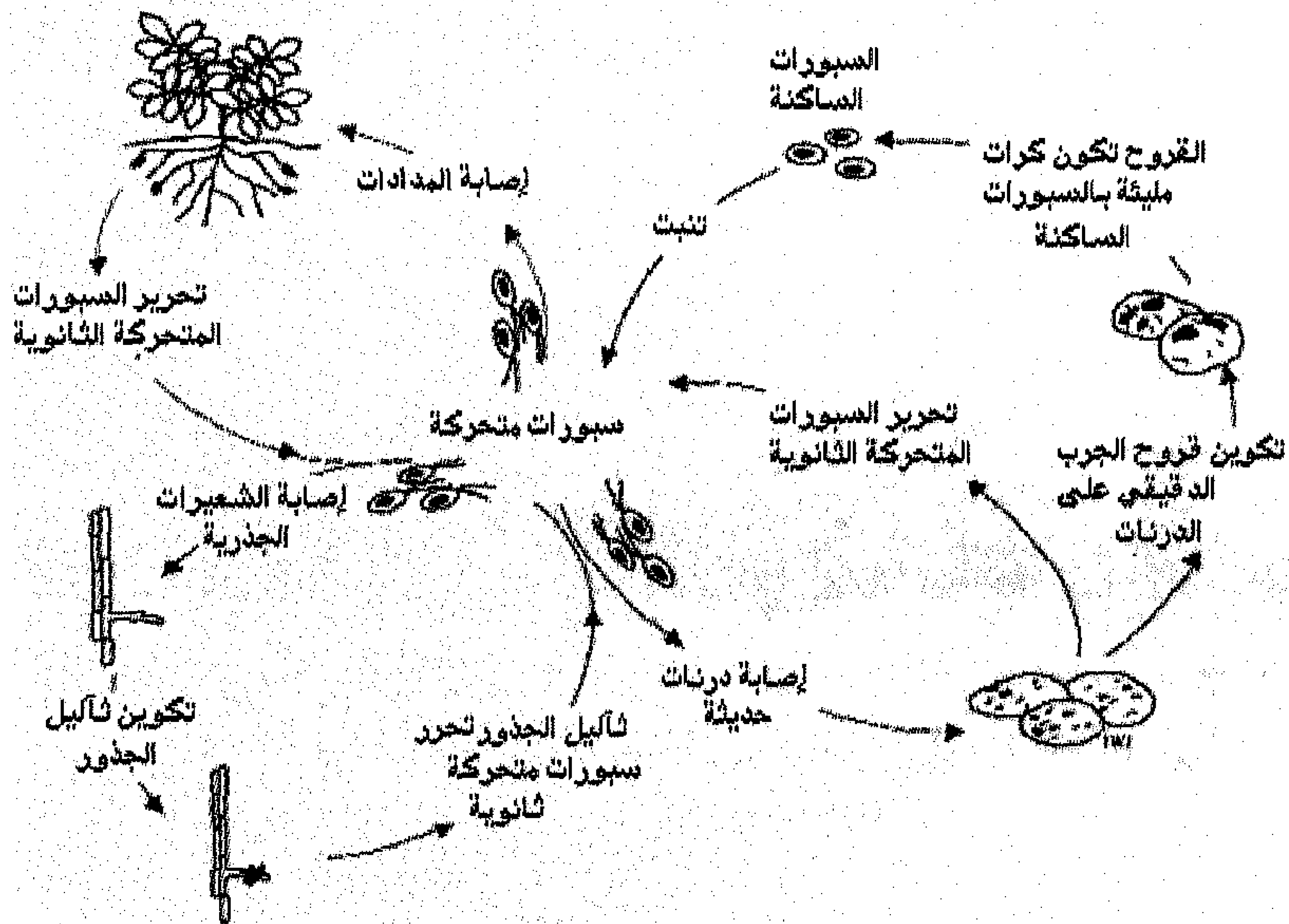
في الشكل 6.7 مخطط دورة مرض الجرب الدقيقي على البطاطا وفي الشكل 6.8 دورة حياة الفطر *Spongospora*.



شكل 6.5: أعراض الإصابة بالجرب الدقيقي على درنة بطاطا(يمين) ومظهر البثور على الدرنة(وسط) وتكون العقد على الجذور والمدادات(يسار)
عن: (Johnson،2008)

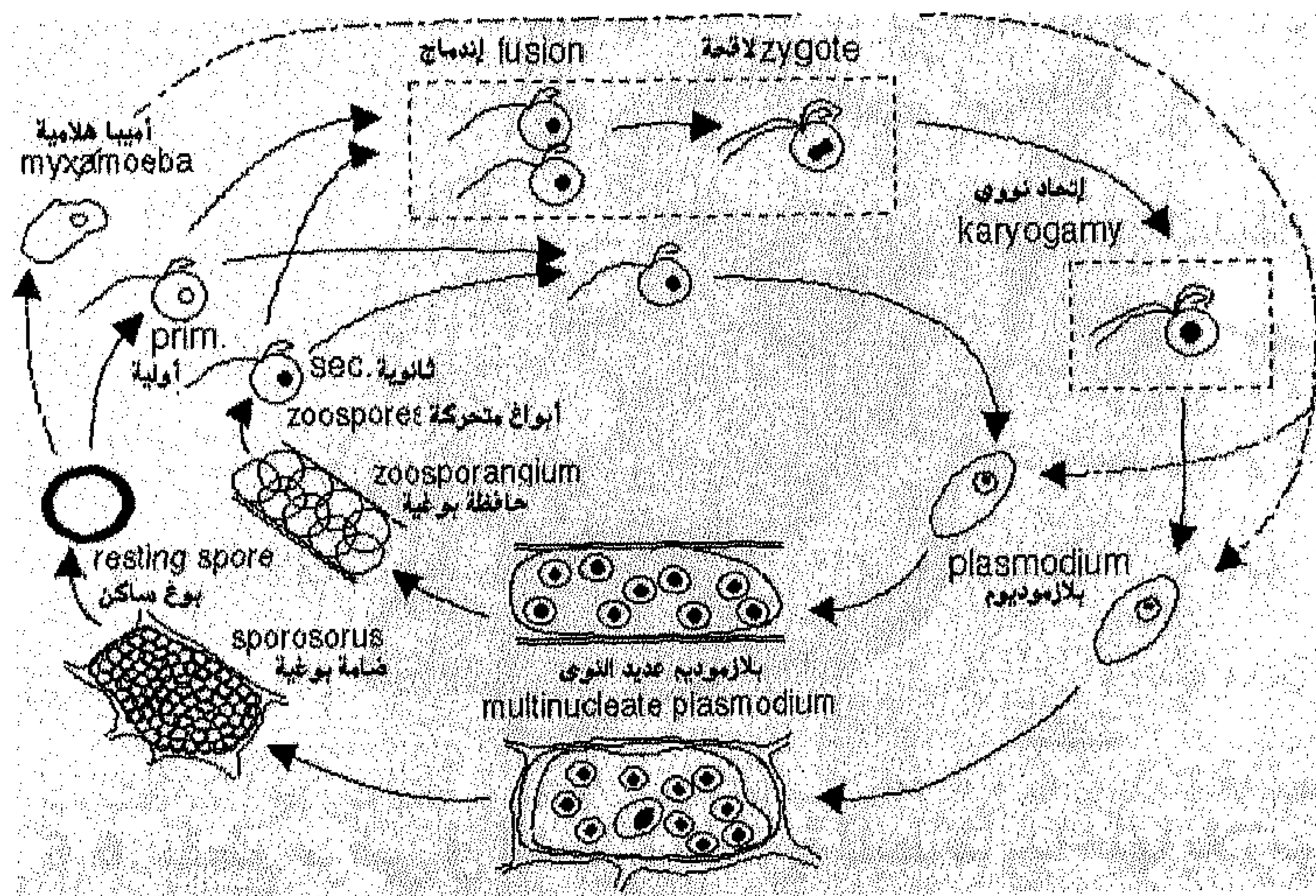


شكل 6.6: مقطع عرضي في الشعيرة الجذرية للبطاطا بداخلها بلازموديوم حافظي للفطر *Spongospora subterranean*
عن: (J. P. Braselton،Plasmodiophorid Home Page،2010)



شكل 6.7: دورة مرض الجرب الدقيقي على البطاطا

عن: (Johnson،2008)



شكل 6.8: دورة حياة *Spongospora*. الأجزاء المؤطرة غير معروفة جيدا

عن: (Merz،2010)

السيطرة على المرض(Control)

1. زراعة تقاوي خالية من المرض.

2. معاملة تقاوي البطاطا بالمبيد Mancozeb.

3. الدورة الزراعية الطويلة من 3 – 10 سنوات(Johnson،2008).

4. الأصناف المقاومة تبدو واعدة بعد إيجاد الخط الوراثي المقاوم Summit Russet وبعض خطوط النبات *Solanum hougasii* (Brown *et al.*،2007).

الفصل السابع *Chapter7*

أمراض متسببة عن الفطريات البيضية

Diseases Caused by Oomycota

الفطريات البيضية ليست من الفطريات الحقيقية وتعود الى مملكة *Chromista*. الفطريات البيضية المسببة لأمراض النبات تعود الى رتبة *Peronosporales* والتي تتوزع على الأجناس *Pythium* التي تسبب بعض أنواعها أمراض تسقيط البادرات وتعفن الجذور والتعفن الطري في الثمار و*Phytophthora* التي تسبب أمراض اللفحة وتعفن الجذور و*Albugo* التي تسبب الصدأ الأبيض في العائلة الصليبية والأجناس *Peronospora* و*Plasmopara* و*Bremia* و*Pseudoperonospora* و*Sclerospora* و *Peronosclerospora* و*Sclerophthora* التي تسبب أمراض البياض الزغبي.

أمراض الفطر *Pythium*

Pythium Diseases

تسقيط البادرات وتعفن الجذور والتعفن الطري

Damping Off Seedlings، Root Rot، Soft Rot

إن مرض تسقيط البادرات من الأمراض العالمية الإنتشار التي تسبب تحلل أنسجة الجذر والساق تحت سطح التربة وكذلك تعفن البذور مما يؤدي الى تخفيض نسبة البادرات النامية وهو ما يسمى بتسقيط البادرات قبل البزوغ (Preemergence Damping off) أو سقوط البادرات بعد ظهورها على سطح التربة وهو ما يسمى بتسقيط البادرات

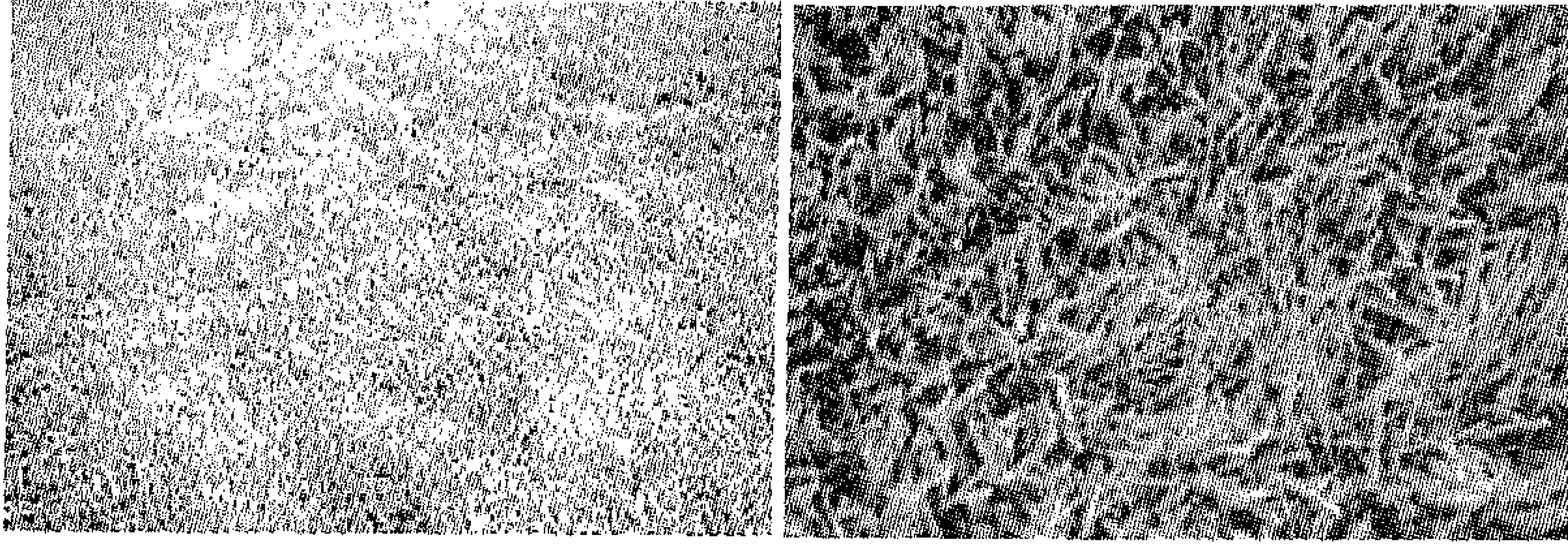
بعد البزوغ (Post Emergence Damping Off). يحصل المرض تحت مختلف الظروف البيئية ويمكن ان يتسبب عن أنواع *Pythium* وفطريات غير بيضية مثل *Rhizoctonia solani* وبعض انواع *Sclerotinia* و*Fusarium*.

الأعراض (Symptoms)

تهاجم فطريات *Pythium* الشعيرات الجذرية واطراف الجذور مسببة تدهورا مستمرا في النظام الجذري مما يؤدي الى ذبول البادرات قبل ظهور القروح على الساق وهكذا تكون فطريات *Pythium* مسؤولة بالدرجة الأولى عن تسقيط البادرات قبل البزوغ. ويمكن ان تهاجم هذه الفطريات قواعد السيقان مسببة تعفنا مائيا يؤدي الى ضعف البادرة وسقوطها بعد البزوغ. سجل وجود المرض في البيوت المحمية في العراق مسببا أمراض تعفن الجذور والسيقان والثمار على نباتات الخيار والطماطة(El-Behadli & Al-Azawi،1979)، كما اعتبر من العوامل المحددة لزراعة الخيار في البيوت المحمية (Stanghellini & Phillips،1975).

أما الفطر *R. solani* فيهاجم البادرة عادة عند خط التربة مما يؤدي الى ظهور قروح حمراء الى بنية غائرة على الساق يؤدي تطورها الى تطويق الساق وسقوط البادرة وهكذا تكون مسؤولة بدرجة اكبر عن تسقيط البادرات بعد البزوغ. كما يمكن أن يترافق مرض تسقيط البادرات مع الفطريات *Botrytis cinerea* و*Sclerotinia sclerotiorum* و، *S. mino* و*Alternaria spp*. و*Phytophthora spp*. و*Fusarium* و*Thielaviopsis basicola* (Laemmlen،2001).من العوامل المساعدة على الإصابة بأنواع *Pythium* زيادة رطوبة التربة، إنخفاض درجة الحرارة والزراعة العميقة للبذور (Windels & Lamey،1998).

تسبب انواع *Pythium aphanidermatum* و*P. ultimum* لفحة نباتات الثيل التي تتمثل بظهور مناطق ذات اوراق مائية، خضراء داكنة الى بنفسجية بقطر 1 الى 20 سم ويمكن لهذه البقع ان تندمج وتشمل مساحات واسعة من الثيل في الحدائق او الملاعب الرياضية (شكل7.1) (Martinez & Burpee،2004).

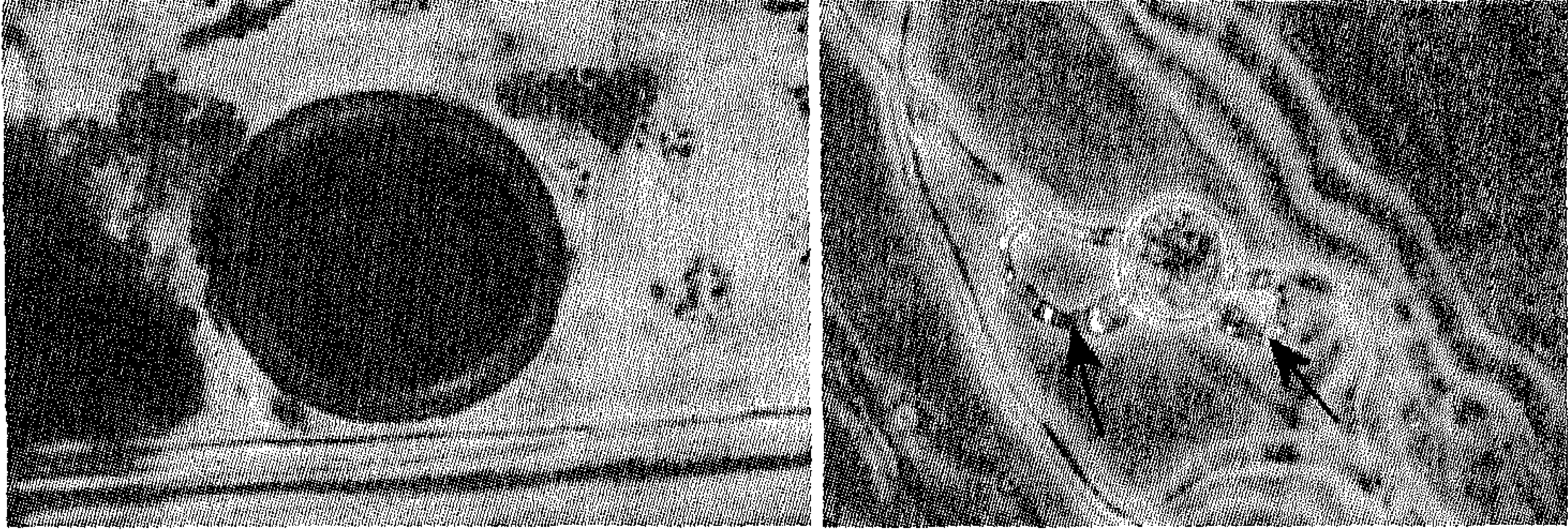


شكل 7.1: اعراض مرض لفحة الثيل
عن: (Martinez & Burpee، 2004)

وتسبب بعض انواع *Pythium* تعفن طري في الثمار أو الدرنات الملامسة للأرض او اثناء الخزن في ظروف رطبة.

الفطر الممرض (Pathogen) : *Pythium spp*.

يكوّن الفطر *Pythium* مستعمرات قطنية بيضاء سريعة النمو، ومما يميزها تكوينها لمنطقة مائية عند مسها بابرة التلقيح. الغزل الفطري غير مقسم، يتكاثر الفطر لاجنسيا بتكوين حوافظ بوغية تنبت بتكوين إنبوب إنبات أو تكوين أبواغ متحركة. كما يتكاثر الفطر جنسيا بتكوين أوكونات وانثريدات على خيوط فطرية غير متميزة. تلقح الحافظة الأنثوية بواسطة الأنثريدات، حيث يتكون البوغ البيضي، السميك الجدران والذي يعمل كلقاح مقاوم للظروف غير الملائمة (شكل 7.2). تتكون التراكيب التكاثرية في الأنسجة المصابة وكذلك على الأوساط الزرعية خاصة تلك المدعمة بالكولسترول أو صفار البيض (Ayers & Lumsden، 1975؛ Sharif *et al.*، 1988).



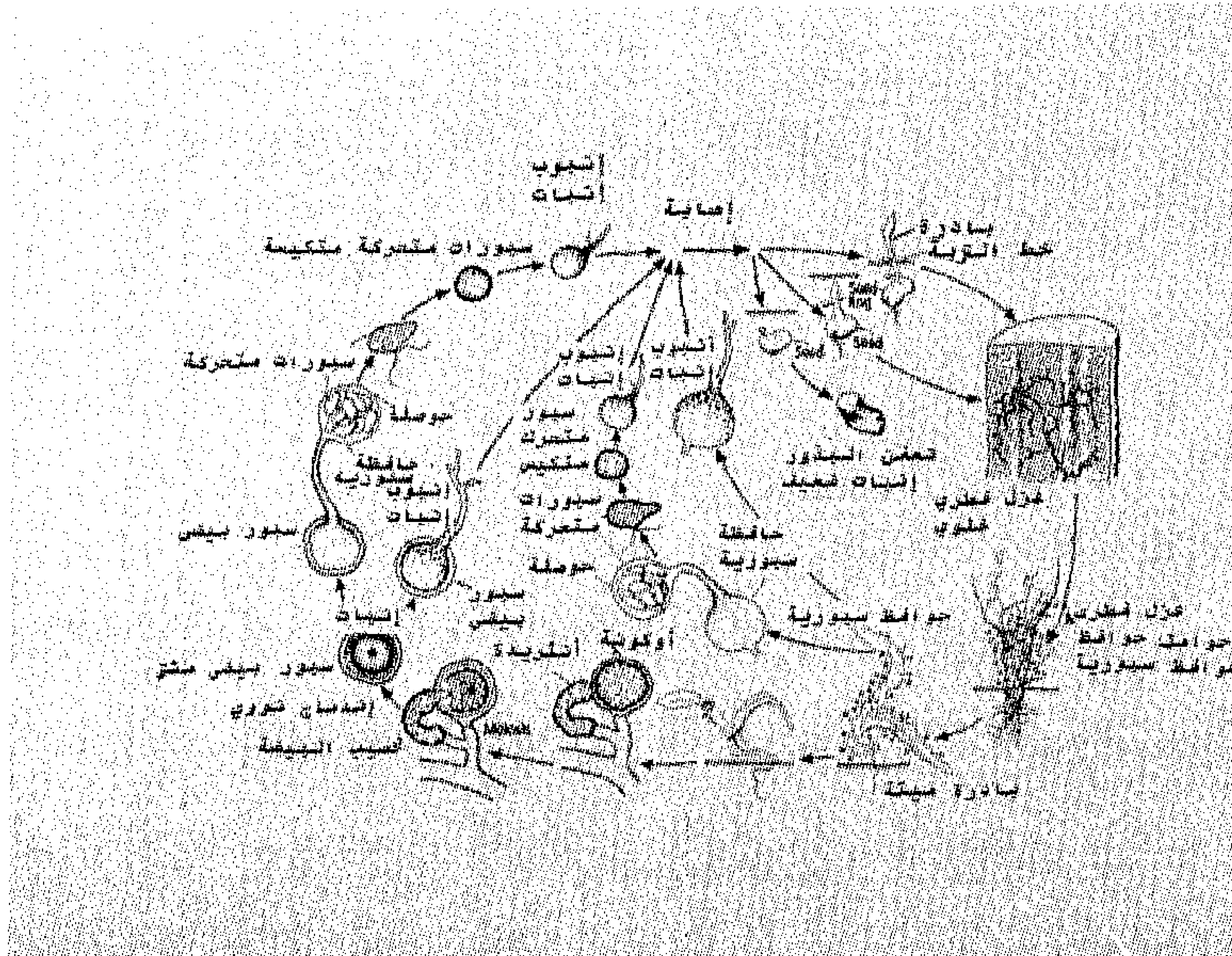
شكل 7.2: الحافظة الأنثوية والأنثريدات (الأسهم) الفطريات *Pythium* (يمين) والبوغ البيضي لفطريات *Pythium* (يسار)
عن: (Martinez & Burpee، 2004)

تتوفر في الوقت الحاضر طرق جزيئية عدة للتشخيص الصحيح والدقيق للأنواع. وقد استخدمت طريقة البصمة المكبرة لطول قطعة متعددة المظهر Fragment length polymorphism(AFLP لتشخيص 6 انواع *Pythium* ممرضة للنبات وتعدادات المتغايرات ضمن النوع. وتم معرفة التركيبة الوراثية والمسافات الفاصلة بين مجاميع العزلات ضمن النوع الواحد حيث وجد انها تختلف من نوع الى آخر (Garzn *et al.*،2005). يوجد إختلاف في ضراوة أنواع *Pythium* المختلفة بل وبين عزلات النوع الواحد نفسه (Higginbotham *et al.*،2004). يضم الجنس *Pythium* أنواع ممرضة وغير ممرضة بعض منها يستخدم في المكافحة الحيوية للأنواع المرضة من *Pythium* وغيره (Mazzola *et al.*،2002).

تطور المرض(Development of Disease)

عند ملامسة الخيط الفطري لأنسجة البذرة او البادرة يتم إختراقها مباشرة بمساعدة الإنزيمات المحللة للبكتين مما يؤدي الى تفكك الخلايا ونمو الفطر مابينها او بداخلها مؤديا الى تحليل المواد المختلفة بما فيها البروتينات بواسطة إنزيمات البروتييز وكذلك السليلوز بواسطة إنزيمات السليوليز وهذا يؤدي الى موت الأنسجة وتعفن البذرة قبل تمكنها من الإنبات. إذا تمت إصابة البادرة فإن غزو الفطر للمزيد من الأنسجة سيستمر

الى ان يصطدم بالأنسجة الوعائية المثخنة حيث لا يتمكن من غزوها مما قد يتيح المجال لظهورها فوق سطح التربة لكن تحلل نسيج القشرة لا يمكّن ساق البادرة من المقاومة كثيرا حيث يؤدي الى سقوطها. يمكن ان تقتصر الإصابة على بعض القروح في حال بدات على بادرة نامية ذات خلايا مثخنة. كما يمكن ان يصيب الفطر جذور النباتات البالغة مسببا تعفن الجذر الذي يؤثر على نمو النبات (شكل7.3).



شكل 7.3: دورة المرض المتسبب عن فطريات *Pythium*
عن: (Agrios،1997)

السيطرة على المرض(Control)

1. تعقيم التربة في المشاتل او البيوت البلاستيكية والزجاجية بإستخدام الحرارة العالية او بمعقمات التربة مثل البازامايد وغيره.

2. تنظيم عملية الري بما لايؤدي الى تراكم الرطوبة الزائدة.

3. الإبتعاد عن التسميد النتروجيني الزائد وخاصة النترات وإستخدام شكل نتروجيني آخر وتوفير الكالسيوم لتقوية جدران الخلايا.

4. معاملة البذور بالمبيدات الفطرية الحيوية. توجد عدد من الفطريات والبكتريا المضادة التي تظهر مكافحة حيوية فعالة لأنواع *Pythium* الممرضة(شريف وآخرون،1988 (Sharif *et al.*،1988 ; Harman & Hadar،1983 ; Paulitz & Baker،1987 ; كما تتوفر مبيدات حيوية لمكافحته.

5. معاملة البذور بالمبيدات الكيميائية الملائمة قبل زراعتها. كما يمكن رش الشتلات بالمبيدات. يفضل إستخدام مبيدات تلامسية مثل كابتان أو كلورانيل أو مانكوزيب وغيرها ومبيدات جهازية مثل ريدوميل(Agrios،1997).

أمراض الفطر *Phytophthora*

تسبب انواع *Phytophthora* أمراض مختلفة تشمل تسقيط البادرات وتعفن الجذور والساق واللفحات على انواع مختلفة من النباتات العشبية والأشجار.

تعفن الجذر والساق (Root and Stem Rot)

تصيب فطريات *Phytophthora* الجذور وقاعدة الساق للأشجار والشجيرات مسببة تعفنات قد لا تكون ملحوظة إلا انها تؤدي الى إضعاف النبات وتعريضه للإصابات الثانوية بممرضات اخرى. لكنها يمكن ان تؤدي الى قتل النباتات الحولية وقتل جذور الأشجار في فترات اطول وهذا يعتمد على كمية اللقاح والظروف البيئية السائدة. تظهر الأشجار المصابة نموا ورقيا ضعيفا واصفرار وموتا تراجعيا للأغصان. وفي أمراض تعفن الطوق (Collar Rot) في اشجار التفاح وتعفن القدم (Foot Rot) في اشجار الحمضيات وتعفن التاج والجذر في اشجار الكرز والساق الأسود في التبغ، يغزو الممرض قلف الجزء الأسفل من الساق مؤديا الى تحجيم الشجرة وموتها في حدود 3 الى 10 سنوات. الفطر يؤدي الى موت العديد من الجذور الصغيرة ونشوء القروح النخرية على الجذور الكبيرة(Agrios،1997). في الكثير من الحالات يهاجم الفطر النبات عند خط التربة محدثا تلونا داكنا ومائيا للقلف يمكن ان يحيط الساق بالكامل حيث يؤدي الى تساقط الأوراق السفلية وذبول النبات. أما على النباتات الكبيرة والأشجار فيمكن ان

يحصل ذلك على جانب من الساق حيث يتكون تسوس غائر يتشقق فيها بعد. يمكن ان ينتشر التسوس الى اعلى ليشمل الأغصان أو الى أسفل ليشمل الجذر، بالنتيجة يؤدي الى إضعاف الشجرة وتقليل إنتاجها وموت أطرافها وموتها أخيرا.

الفطر الممرض (**Pathogen**): يضم الجنس *Phytophthora* العديد من الأنواع الممرضة للنبات، وهكذا بين (Yamak *et al.*،2002) وجود 9 خطوط تطورية متميزة ضمن عزلات *Phytophthora* الممرضة للكمثرى في مياه الري في وادي نهر Wenatchee، ولاية واشنطن، مستخدمين الصفات المظهرية وتفاعل بوليميريز المتسلسل (PCR) والقطعة الطولية المتعددة المظهر(RFLP) وتحليل الفاصل الداخلي الكامل (ITS). وذكروا ان الصفات المظهرية للمستعمرات لاتتناسب مع نتائج التحليل الجزيئي ولا تكفي لتشخيص النوع. تم عزل *Phytophthora cactorum* و*P. cryptogea* و*P. gonapodyides* و*P. megasperma* من الجذور او التاج او محيط الجذر لأشجار التفاح المظهرة لأعراض تعفن الجذر والتاج في تشيلي. وكانت هذه الأنواع كلها ممرضة للأصول والطعوم وأكثرها إنتشارا *P. cactorum* (Latorre & Rioja،2001).

سببت انواع *P. palmivora* و*P. nicotianae* مرض التعفن البني على ثمار الحمضيات بشكل وبائي للسنوات 1994 الى 1997 في ولاية فلوريدا الأمريكية. النوع الأول يصيب الثمار غير الناضجة الساقطة على الأرض ومنها تصاب الثمار في الأجزاء العليا من الشجرة، بينما يصيب النوع الثاني الذي يسبب تعفن الجذور الثمار في الأجزاء السفلية (Graham *et al.*،1998).

يسبب الفطر *P. capcisi* أمراض اللفحة على أكثر من 50 نوعا من النباتات بضمنها نباتات الخضروات مثل الفلفل والقرعيات كالخيار والقرع والرقي وكذلك الطماطة وغيرها ونباتات الأدغال وتسبب خسائر في الإنتاج قد تصل الى 100 ٪ (Raheem & Sharif،1984؛ Babadoost،2005).

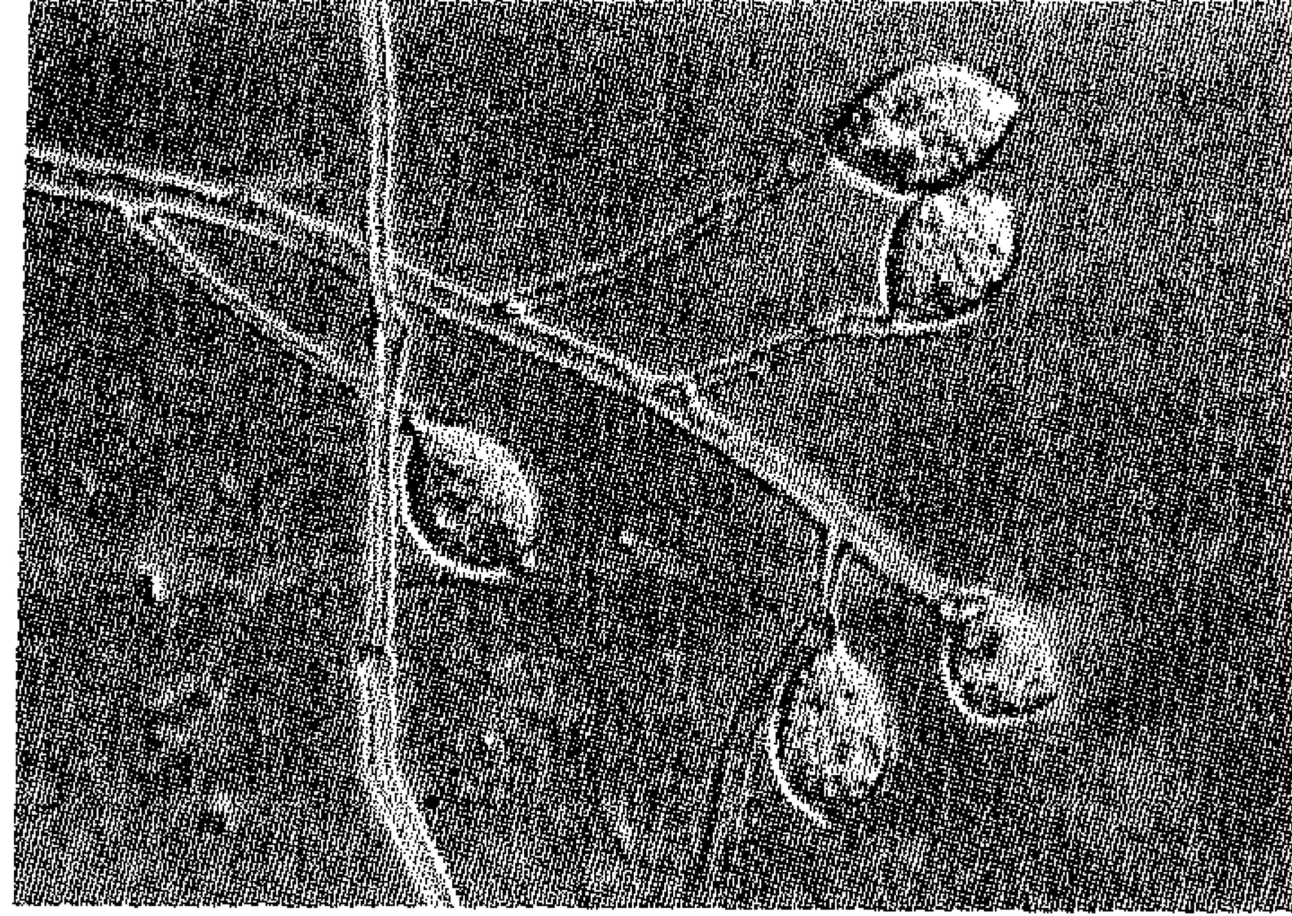
تطور المرض(Development of Disease)

تلعب الرطوبة ودرجة الحرارة دورا مهما في الإصابة بفطريات *Phytophthora*. فقد ذكر (Timmer *et al.*،2000) إن فترة بلل ثمار الحمضيات لثلاث ساعات أو اكثر أدت الى أقصى معدل إصابة بالفطر *P. palmivora* تحت درجات الحرارة المناسبة والتي تتراوح بين 27 الى 30 مْ. وإن افضل درجة حرارة لتكوين الحوافظ البوغية على سطح الثمار او الوسط الزرعي هي 24 مْ. كما تلعب الجروح دورا مهما في الإصابة فقد اورد (Salas *et al.*،2000) أنه بغض النظر عن مصدر وكمية اللقاح سببت درجة الجروح زيادة في إصابة درنات البطاطا بمرض التعفن الوردي الذي يسببه الفطر *Phytophthora erythroseptica*. لكن معدل الإصابة كان عاليا عند توفر عاملين او ثلاثة من العوامل المساعدة على الإصابة وهي الجروح الشديدة ودرجات الحرارة المرتفعة وكمية اللقاح العالية وبعكسه تنخفض او تنعدم الإصابة.

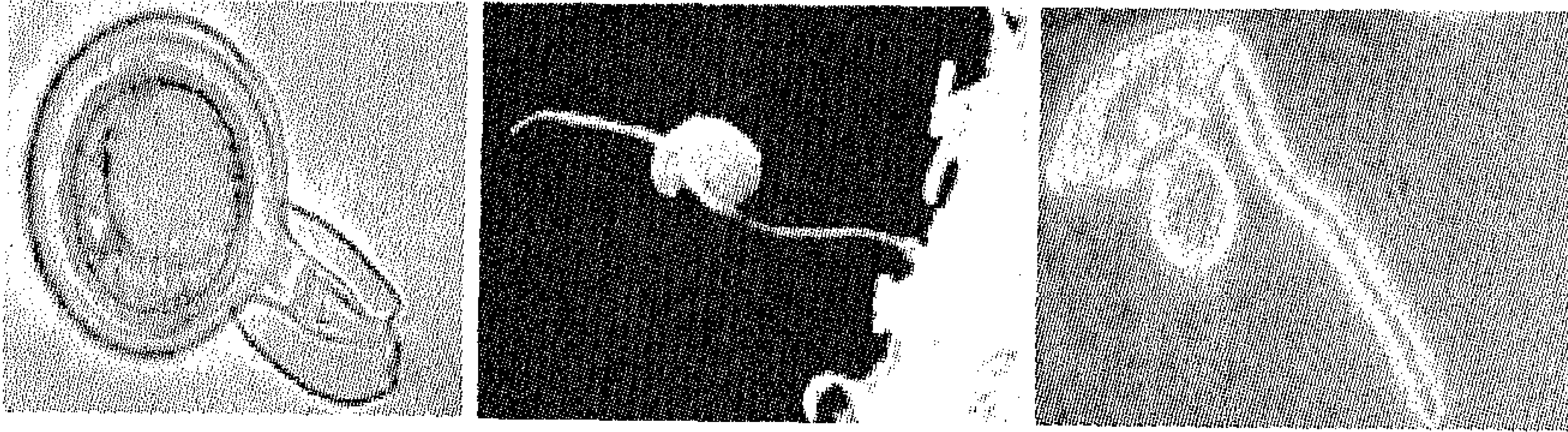
يكوّن الفطر على الوسط الزرعي مستعمرات بيضاء، الخيوط الفطرية غير مقسمة. ويكوّن الفطر حوافظ بوغية ليمونية الشكل على حوامل غير محدودة النمو (شكل7.4). الحوافظ البوغية هي وسيلة التكاثر اللاجنسي الرئيسة للفطر حيث يمكن ان تنتشر بواسطة مياه الري او رشاش المطر وبعض الأنواع بواسطة الهواء (Timmer *et al.*،2000). يمكن للفطر تكوين أبواغ كلاميدية. تنبت الحوافظ البوغية بتكوين أبواغ متحركة كلوية الشكل ثنائية السوط أو تنبت مباشرة بتكوين أنبوب إنبات (Schumann & D'Arcy،2000).

عند وصول الأبواغ المتحركة الى سطح الورقة او الجذر تتكيس وسرعان ما تلتصق بسطح النبات. ينبت الكيس بتكوين إنبوب إنبات، ينتفخ ليكون عضو لاصق أو تركيب شبيه بالعضو اللاصق الذي يمكن من الإلتصاق ويسهل الإختراق. على سطح الجذر، يتم الإختراق ما بين الخلايا دون الحاجة الى تكوين عضو لاصق. يمكن أن تلعب جينات من عائلة *Car* التي تشفر لبروتينات خارجخلوية شبيه بالميوسين دورا في الإلتصاق

ومن المحتمل إشتراك بروتينات CBEL الرابطة للسليلوز في عملية الإلتصاق في الفطر *P. parasitica* (Kamoun،2003).



شكل 7.4: الحوافظ البوغية وحامل الحوافظ البوغية للفطر
P.infestans
عن: (Schumann & D'Arcy،2000)



شكل 7.5: إنبات الحافظة البوغية للفطر (يمين) البوغ المتحرك للفطر *P.infestans* (وسط) البوغ البيضي للفطر *P.infestans* مباشرة بتكوين إنبوب إنبات (يسار)
عن: (Schumann & D)Arcy،2000)

كما يتكاثر الفطر جنسيا بتكوين أبواغ بيضية تنتج عن تلقيح الأنثريدات للحوافظ الأنثوية (شكل7.5). يوجد طرازين تزاوجيين A1 وA2 وحيث ان الفطر متباين الثالوس، فلابد من وجود الغزل الفطري لهذين الطرازين التزاوجيين لكي يتم التكاثر الجنسي. تسهم الأبواغ البيضية والكلاميدية في تشتية الفطر.

مرض اللفحة المتاخرة على البطاطا والطماطة

Late Blight of Potato and Tomato

لايذكر الفطر*Phytophthora* إلا ويشار الى مرض اللفحة المتاخرة على البطاطا الذي تسبب في كارثة المجاعة الأيرلندية في اربيعينات القرن التاسع عشر. فالمجاعة أصابت 1.5 مليون أيرلندي وتسببت في هجرة مثل هذا الرقم الى امريكا الشمالية. وقد حفزت هذه الكارثة مؤسس علم أمراض النبات الحديث Anton deBary الى القيام بدراسات مكثفة للمرض والتوصل الى مسؤلية " الأبواغ البيضاء " للفطر عن إحداث المرض وليس النشوء التلقائي (Spontaneous Generation) عن بقايا النبات حسب النظرية السائدة آنذاك. وهكذا لم يسبب الفطر *Phytophthora* المجاعة الأيرليندية فقط لكنه حفز على تأسيس علم أمراض النبات المبني على اساس النظرية الجرثومية (Germ Theory) التي ولدت بشكل رسمي على يد العالم Luis Pasteur بعد 15 عاما (Schumann & D'Arcy، 2000).

الأعراض (Symptoms)

تبدأ الأعراض على الأوراق السفلية والسيقان بظهور بقع صغيرة مائية أو ذات حواف صفراء لا تلبث ان تتوسع بسرعة. في الأجواء الرطبة يكوّن الفطر نموا زغبيا يتألف من حوامل وحوافظ بوغية بيضاء اللون على حواف البقع المصابة. ومع إزدياد عدد البقع وتوسعها فإنها يمكن ان تغطي وتقتل النبات كله خلال أيام (شكل 7.6).

أما درنات البطاطا فإنها تصاب من خلال وصول الحوافظ البوغية اليها من الأجزاء الهوائية المصابة عبر التربة. تحصل الإصابة من خلال الجروح او العديسات التي على الدرنة. تظهر الأجزاء المصابة تلونا محمرا او أرجوانيا. ويمكن ان يكون الفطر الأبواغ عليها اثناء الخزن وتوفر الدرنات المصابة الفرصة للإصابات الثانوية بالبكتريا المسببة للتعفن الطري وهذا يؤدي الى تلف شامل للمحصول (شكل 7.7).



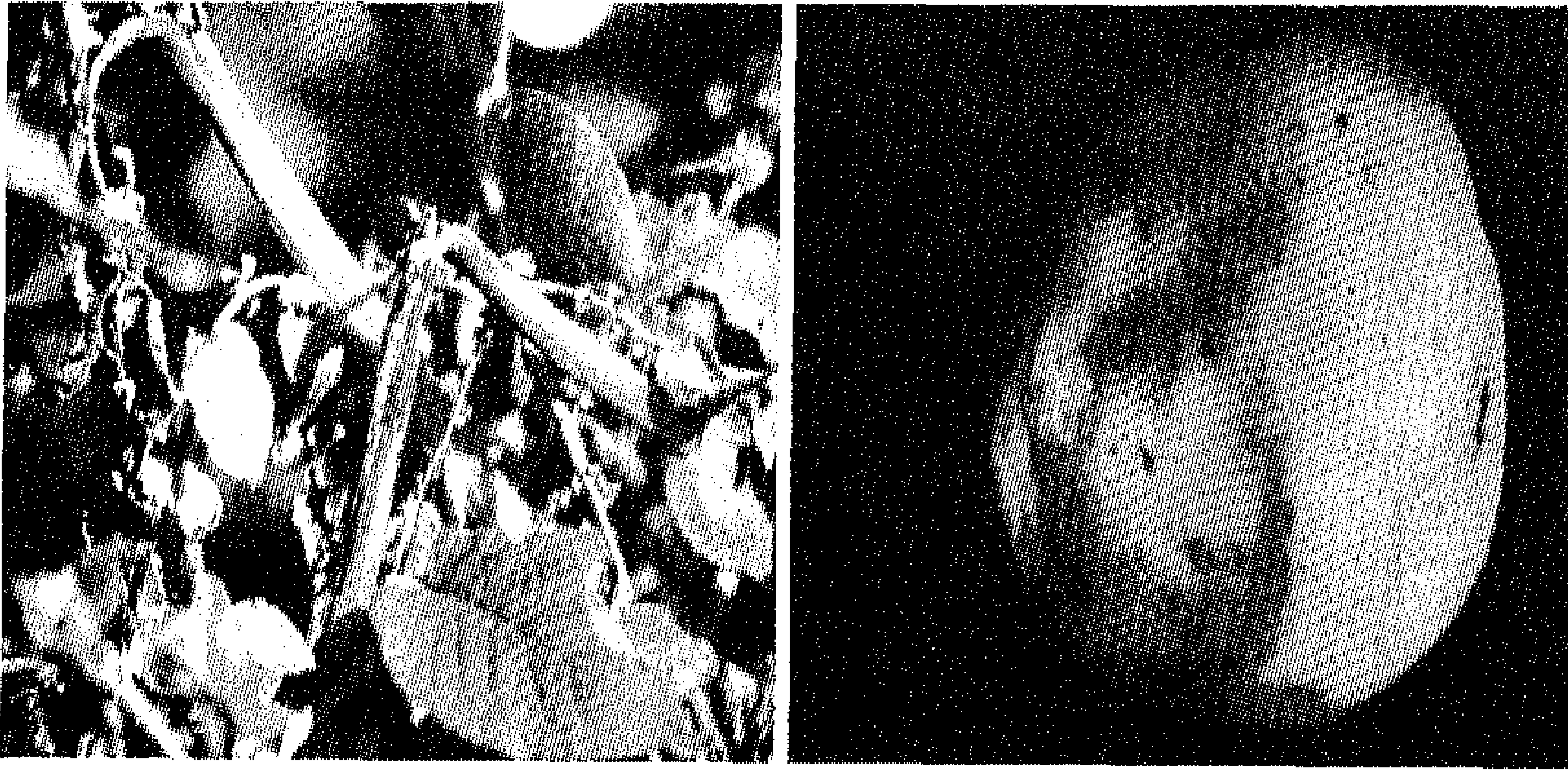
شكل 7.6: الأعراض على الوجه العلوي للورقة (يسار) والوجه السفلي (يمين)

عن:

Dr. Clinton C. Shock

Clinton.Shock@oregonstate.edu

http: / /www.cropinfo.net /Potatoblight /Potatoblightimage.htm



شكل 7.7: الإصابة على درنة البطاطا (يمين) والنبات (يسار)

عن:

http: / /www.ndsu.nodak.edu /instruct /gudmesta /lateblight /image.html

تصاب نباتات الطماطة بالفطر حيث تظهر الأوراق المصابة الأجزاء التكاثرية البيضاء للفطر. أما على الثمار فالبقع تكون بنية يمكن ان تتوسع لتشمل كل الثمرة. كما يمكن ان تصاب الثمار بإصابات ثانوية تاتي عليها بالكامل(Schumann & D'Arcy،2000).

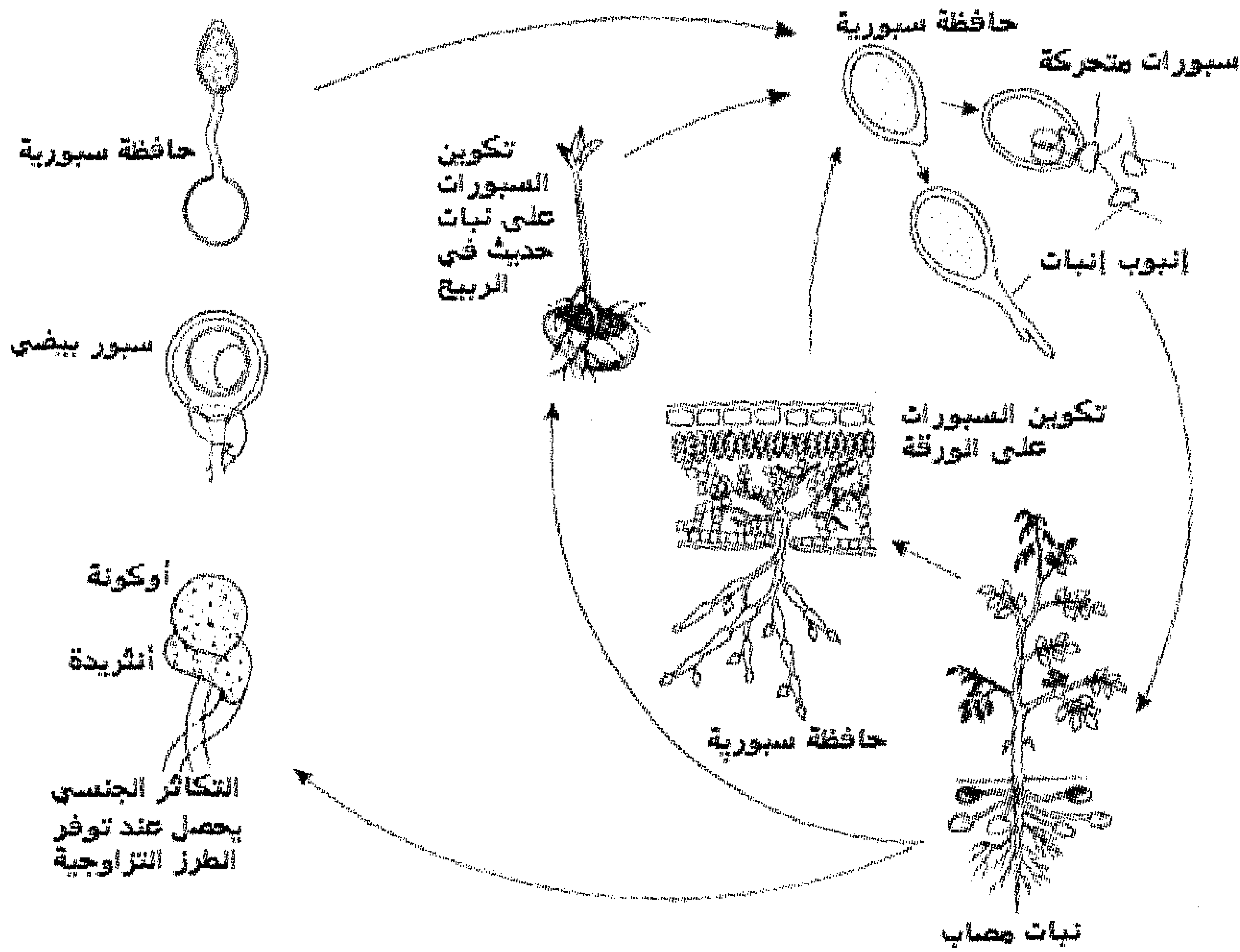
الفطر الممرض (Pathogen) : *Phytophthora infestans*

مواصفات الفطر مشابهة لما هو معروض أعلاه. ومن الجدير بالذكر ان هذا الفطر من الأنواع القليلة من *Phytophthora* المتكيف مع إنتشار الحوافظ البوغية بواسطة الهواء. كثيرا ما لا يتواجد الطرازين التزاوجيين لتكوين الأبواغ الجنسية، وفي مثل هذه الحالة يشتي الفطر على درنات البطاطا المصابة.

تطور المرض(Development of Disease)

تنبت الأبواغ البيضية لتكون حوافظ بوغية أما في غياب الأبواغ الجنسية، يشتي الفطر كما سبق ذكره على درنات البطاطا المصابة الموجودة في الحقل بشكل غزل فطري. عند توفر درجات الحرارة والرطوبة المناسبة، ينمو الغزل الفطري على الدرنات او على النموات الخضرية الناشئة عنها وتتكون الحوافظ البوغية التي تنتشر بواسطة الرياح. تنبت الحوافظ البوغية بصورة غير مباشرة بتكوين أبواغ سابحة في ظروف توفر الرطوبة ودرجات الحرارة الواطئة. وبعد فترة سباحة يتكيس البوغ ويلتصق بسطح النبات حيث يكوّن إنبوب إنبات يخترق النبات ويحقق الإصابة. أو تنبت الحوافظ البوغية مباشرة وتتصرف كبوغ بتكوين إنبوب إنبات يقوم بإختراق النبات وتحقيق الإصابة. خلال ايام تتكون حوامل حوافظ بوغية تخرج من خلال الثغور حاملة حوافظ بوغية جديدة تقوم بنشر المرض. يمكن ان تصل الحوافظ البوغية الى الدرنات وتصيبها بواسطة ماء المطر الذي ينزلها من الأجزاء الهوائية الى التربة.

تلعب درجات الحرارة والرطوبة الدور الرئيس في وبائية الفطر. وهكذا تتكون الحوافظ البوغية على الأوراق والسيقان المصابة عندما تكون الرطوبة النسبية أكثر من 90 ٪ في درجات حرارة من 3 الى 26 مْ لكن المدى الأمثل يكون 18 – 22 مْ. تنبت الحافظة البوغية مباشرة في درجات حرارة 21 – 26 مْ أما في اقل من 18 مْ فإنها تكوّن 6 – 8 أبواغ متحركة والتي تحتاج الى غشاء مائي لتتحرك. وحيث أن كل بوغ متحرك يمكن ان يحدث إصابة فإن المرض يكون شديدا في الأجواء الباردة الرطبة. في الشكل 7.8 مخطط دورة مرض اللفحة المتاخرة.



شكل 7.8: دورة المرض للفطر *P. infestans*

عن: (Schumann & D'Arcy،2000)

السيطرة على المرض (Control)

1. الأجراءات الصحية والمتضمنة إستخدام درنات بطاطا سليمة؛ تجميع وإبادة درنات وبقايا النبات للموسم السابق بواسطة مبيد أدغال قوي لمنع تكوين نموات جديدة منها.

2. إستخدام المكافحة المتكاملة المبنية على الأصناف المقاومة والمكافحة الكيميائية. إن الأعتماد على الأصناف المقاومة لا يكفي بسبب إمتلاك الفطر المرض للعديد من السلالات التي تختلف في إصابتها للأصناف المختلفة، وعدم وجود أصناف مقاومة لكل السلالات وإن وجدت تكون ذات مقاومة أفقية غير عالية.

المبيدات الفطرية المؤثرة تشمل مانكوزيب وريدوميل أو مزيجهما معا. وكذلك المبيدات المحتوية على النحاس (Agrios،1997).

أمراض فطريات Peronosporaceae
أمراض البياض الزغبي
Downy Mildews

فطريات *Peronosporaceae* طفيليات مجبرة تصيب العديد من نباتات الخضروات والمحاصيل والأدغال والعنب مسببة أمراض البياض الزغبي. إن إدامة وجود هذه الفطريات لأغراض البحث العلمي يتطلب وجود النباتات المصابة بإستمرار. لكن بعض الباحثين تمكنوا من الحصول على كالوس لنباتات تبغ *Nicotiana tabacum* و*N. repanda* مصابة بالفطر *Peronospora tabacina*. وقد حصل تجرثم للفطر في ظروف مشابهة لما يحصل في النباتات المصابة الإعتيادية. قام الباحثون بتطبيق فرضيات كوخ على الأبواغ المعزولة من المزرعة النسيجية. وبهذه الطريقة يمكن حفظ وإدامة مزرعة الفطر لفترات طويلة وإستخدامها في التجارب المختلفة(Heist *et al.*،2001).

سببت وتسبب هذه الفطريات أمراض وبائية مدمرة مثل مرض البياض الزغبي على العنب في فرنسا وعموم اوربا ومرض البياض الزغبي على التبغ الذي يتابع إنتشاره على نطاق عالمي من خلال دوائر التنبؤ بالأمراض الوبائية. كذلك مرض البياض الزغبي على الذرة البيضاء في الولايات المتحدة ومرض البياض الزغبي على الخيار في البيوت المحمية والأنفاق حيث يتمكن من القضاء على جميع النباتات خلال ايام. عموما تصيب هذه الفطريات الأوراق والأجزاء الهوائية من النبات في الأجواء العالية الرطوبة والمنخفضة الحرارة نسبيا. تتشابه أعراض مرض البياض الزغبي على مختلف النباتات فهي تبدأ بشكل بقع مصفرة زيتية على السطح العلوي للأوراق وعلى الجهة السفلية المقابلة نمو زغبي مكون من الحوامل والحوافظ البوغية او الأبواغ ويكون لونها أبيض الى رمادي مزرق يتحول الى لون داكن فيما بعد. يمكن ان تتوسع البقع وتندمج لتغطي مساحات واسعة من الورقة. كما يمكن ان تظهر الأعراض على الأجزاء الأخرى من المجموع الخضري. مع الوقت يتحول لون البقع الى البني حيث تموت الأجزاء المصابة.

تتكاثر هذه الفطريات لاجنسيا بتكوين حوامل أبواغ او حوافظ بوغية متميزة تخرج من الثغور لتحمل على نهايات فروعها الأبواغ او الحوافظ البوغية التي تتكون في وقت واحد تقريبا كل مرة لتنتشر بواسطة الهواء او وسائل الإنتشار الأخرى. تنبت الأبواغ بتكوين إنبوب إنبات بينما تنبت الحوافظ البوغية بتكوين أبواغ متحركة او أنبوب إنبات في درجات الحرارة العالية نسبيا. تتكاثر هذه الفطريات جنسيا بتكوين أبواغ بيضية نتيجة تلقيح نواة البيضة في الحافظة الأنثوية بنواة الأنثريدة. الأبواغ البيضية سميكة الجدران وتعمل على تطوير النوع ومقاومة الظروف غير الملائمة وإحداث إصابات اولية. تنبت الأبواغ البيضية بتكوين إنبوب إنبات عادة او حافظة بوغية تحرر أبواغ متحركة. لكن دورها يبدو مختلفا في الأجناس المختلفة، فقد بين (Sukno *et al.*،2002) أن التغاير الوراثي في الفطر *Peronospora tabacina* في الولايات المتحدة معدوم او قليل كما تبين من دراسة قطع الأجزاء الطولية المتعددة المظهر (RFLPs) للـ DNA لنماذج الفطر. وإن التحليل التفصيلي لنماذج احد العزلات بين الثبات الوراثي لها في عدد من عزلات البوغ المفرد وعدة دورات مرض. لكن دور الأبواغ البيضية يبدو أكثر اهمية في حالة الفطر *Plasmopara viticola* في اوربا وقليل الأهمية في استراليا(Ash،2000؛ Killigrew & Sivasithamparam،2005).

كثيرا ما تحدث فطريات البياض الزغبي إصابات جهازية تشمل معظم اجزاء النبات. وحسب (Heist *et al.*، 2002) فإن الفطر *Peronospora tabacina* يتمكن من الإصابة الجهازية لنبات التبغ وغيره من النباتات القريبة بدءا من المجموع الخضري الى المجموع الجذري. ويمكن للخيوط الفطرية الخارجة من الجذر أن تصيب جذور النباتات المجاورة والتي يمكن ان تسهم في نشر الإصابة.

يبدو تاثير العوامل البيئية محددا لتكوين التراكيب التكاثرية اللاجنسية لفطريات البياض الزغبي. إن الضوء وإنخفاض الرطوبة النسبية يمكن ان تقدح عملية تحرير أبواغ الفطر *Bremia lactucae* مسبب البياض الزغبي على الخس، وإن لكل منهما تأثيراته المختلفة (Su *et al.*،2000).

في دراسة لتأثير درجات الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح على تكوين الأبواغ في الفطر *Bremia lactucae*، تبين ان درجة الحرارة وفترة التعرض لها تؤثر معنويا على تكوين الفطر للأبواغ على الأوراق الفلقية للخس حيث تكون درجة الحرارة المثلى 15 مْ. كما يزداد تكون الأبواغ مع زيادة الرطوبة النسبية لأكثر من 90 ٪. إن لسرعة الرياح تاثير محدد حيث يتوقف تكوين الأبواغ في رياح سرعتها تزيد عن 0.5 مْ / ثانية بغض النظر عن الرطوبة النسبية. يبدو ان تقليل تكوين الأبواغ مرتبط تشريحيا مع فتحة الثغور حيث ان المزيد منها يغلق عند إنخفاض الرطوبة النسبية وبالتالي يقل عدد الحوامل البوغية التي تنشأ عادة من خلال الثغور (Su *et al.*،2000).. أن الفطر *Peronospora destructor* يكوّن الحوافظ البوغية على نبات البصل اسرع في درجات حرارة من 8 الى 12 مْ بعد 5 ساعات من الرطوبة النسبية العالية في فترات الظلام. إن أقصى معدل لتكوين الحوافظ البوغية كان في رطوبة نسبية 100 ٪ ويقل مع إنخفاض الرطوبة النسبية ليتوقف في 93 ٪ (Gilles *et al.*،2004).

في دراسة تأثير العوامل البيئية على تراكيز الحوافظ البوغية بالساعات للفطر *Peronospora antirrhini* في هواء حقل نبات حلق السبع (Snapdragon) على مدى 3 مواسم نمو، مستخدمين معيّر الأبواغ الحجمي Burkard، تبين ان تركيز الحوافظ البوغية في الهواء يتبع التغيرات اليومية حيث يصل معدله الأقصى بين الساعة 5 الى 12 ظهرا. وإن درجات الحرارة الصغرى أقل من 6 مْ ودرجات الحرارة القصوى أعلى من 30 مْ لها دور محدد لتركيز الحوافظ البوغية. خلال 69 يوما من القياس كان معدل الأبواغ 100 / م3 / يوم ومدة بلل الأوراق قبلها 11 ساعة (Byrne *et al.*،2005).

للضوء تاثير محدد لحيوية الحوافظ البوغية للفطر *Bremia lactucae*، حيث خفض ضوء الشمس إنبات الحوافظ البوغية بصورة معنوية تصل الى 50 و100 ٪ كذلك الأشعة فوق البنفسجية القصيرة (280 الى 315 نانومتر). بينما لم يؤثر الضوء المومض (الفلوروسيني) ولا الأشعة فوق البنفسجية الطويلة الموجة (315 الى 400 نانومتر) وإن إصابة بادرات الخس بينت المنحى نفسه. إحتفظت الحوافظ البوغية بحيويتها لمدة تزيد

عن 12 ساعة في 23 مْ بينما كانت لمدة 2 الى 5 ساعات في 31 مْ بغض النظر عن الرطوبة النسبية (33 الى 76 ٪). وهكذا يبدو أن الأشعاع الشمسي هو العامل المحدد لحيوية الحوافظ البوغية للفطر بينما تلعب درجة الحرارة والرطوبة النسبية دورا ثانويا (Su *et al.*،2000).

فترة بلل الأوراق والرطوبة النسبية التي تزيد عن 90 ٪ ودرجات الحراة الواطئة هي العوامل البيئية المحددة لحصول المرض وشدة الإصابة. فقد ذكر (Wu *et al.*،2005) أن فترة بلل الأوراق في الصباح ودرجة الحرارة بعدها تؤثر على أصابة نباتات الخس بالفطر *Bremia lactuca*. وإن درجة حرارة النهار (الساعة 10 – 14) تؤثر كثيرا على نسبة الإصابة حيث تنخفض بإرتفاعها وتزيد بإنخفاضها. وأن إصابة وغزو نباتات الورد (Rose) بالفطر *Peronospora sparsa* في الغرفة الرطبة كان 15 الى 20 و20 الى 25 مْ على التوالي. وفي درجة الحرارة المثلى يحتاج الفطر الى 2 ساعة بلل من اجل تحقيق الإصابة، مع أن شدة الإصابة تزداد خلال فترة بلل تصل الى 10 ساعات. إن فترة حضانة المرض تتراوح بين 4 الى 7 ايام. أما في الحقل فإن فترة البلل الحرجة هي. 48 ساعة / يوم لمدة 10 ايام متتالية (Aegerter *et al.*،2003).

يبدو ان مقاومة النباتات تجاه فطريات البياض الزغبي تكون محكومة بجين واحد كما هو الحال مع محصول الدخن اللؤلؤي الذي يحمل الجين1(Rsg1) ضد فطر البياض الزغبي *Sclerospora graminicola*) Singh & Talukdar،1998). وان نباتات *Nicotiana obtusifolia* أظهرت تفاعل فرط الحساسية بشكل بقع نخرية بعد 5 الى 6 ايام من التلقيح بفطر البياض الزغبي *Peronospora tabacina*. كما إن صفة المقاومة هذه محكومة بجين واحد هو *Rpt1* وهو الجين الوحيد في نباتات *Nicotiana* الذي عرف بمسؤوليته عن تفاعل فرط الحساسية ضد الفطر *Peronospora tabacina*. (Heist *et al.*،2004).

يظهر ان مقاومة النبات متركزة في الأوراق، وهكذا أوضح (Hermanns *et al.*،2003) تخصص الفطر *Hyaloperonospora parasitica*) (=*Peronospora parasitica*) المسبب

للبياض الزغبي على اوراق النبات النموذجي *Arabidopsis*. فالطرز الجينية المقاومة من النبات تميز الفطر وتقاوم بآلية جين الى جين مكونة بيروكسيد الهيدروجين وتفاعل فرط الحساسية المبرمج جينيا. لكن جذور النبات تكون حساسة ولاتظهر أي من الدفاعات الفعالة التي تظهرها اوراق النبات نفسه. ومع ان جين المقاومة *RPP1* يعبر عنه في كل من الأوراق والجذور لكن يبدو أن ذلك لايحفز ردود فعل العائل الدفاعية التي يسيطر عليها جين اللاضراوة في الجذر.

تضم فطريات *Peronosporaceae* الأجناس التالية والتي يعتمد تصنيفها على طبيعة الحوامل للأبواغ أو الحوافظ البوغية:

Bremia: تسبب مرض البياض الزغبي على الخس.

Peronospora: تضم الأنواع *P. antirrhini* مسبب مرض البياض الزغبي على نبات الزينة حلق السبع (Snapdragon) و*P. destructor* مسبب البياض الزغبي على البصل و*P. effuse* مسبب البياض الزغبي على السبانخ و*P. manchurica* مسبب البياض الزغبي على فول الصويا و*P. tabacina* مسبب البياض الزغبي (العفن الأزرق) على التبغ و*P. trifoliorum* مسبب البياض الزغبي على الجت والبرسيم.

Peronosclerospora: تضم الأنواع *P. sorghi* مسبب البياض الزغبي على الذرة البيضاء و*P. maydis*

و *P. philippinensis* مسبب البياض الزغبي على الذرة و*P. sacchari* على قصب السكر.

Plasmopara: تضم *P. viticola* مسبب البياض الزغبي على العنب و*P. haistedii* على زهرة الشمس.

Pseudoperonospora: تضم *P. cubensis* مسبب البياض الزغبي على القرعيات و *P. humuli* على الجنجل وحشيشة الدينار (Hop).

Sclerophthora macrospora: مسبب مرض البياض الزغبي على محاصيل الحبوب (الذرة والرز والقمح) والحشائش.

Sclerospora : تضم *S. graminicola* مسبب البياض الزغبي على الحشائش والدخن(Agrios، 1997).

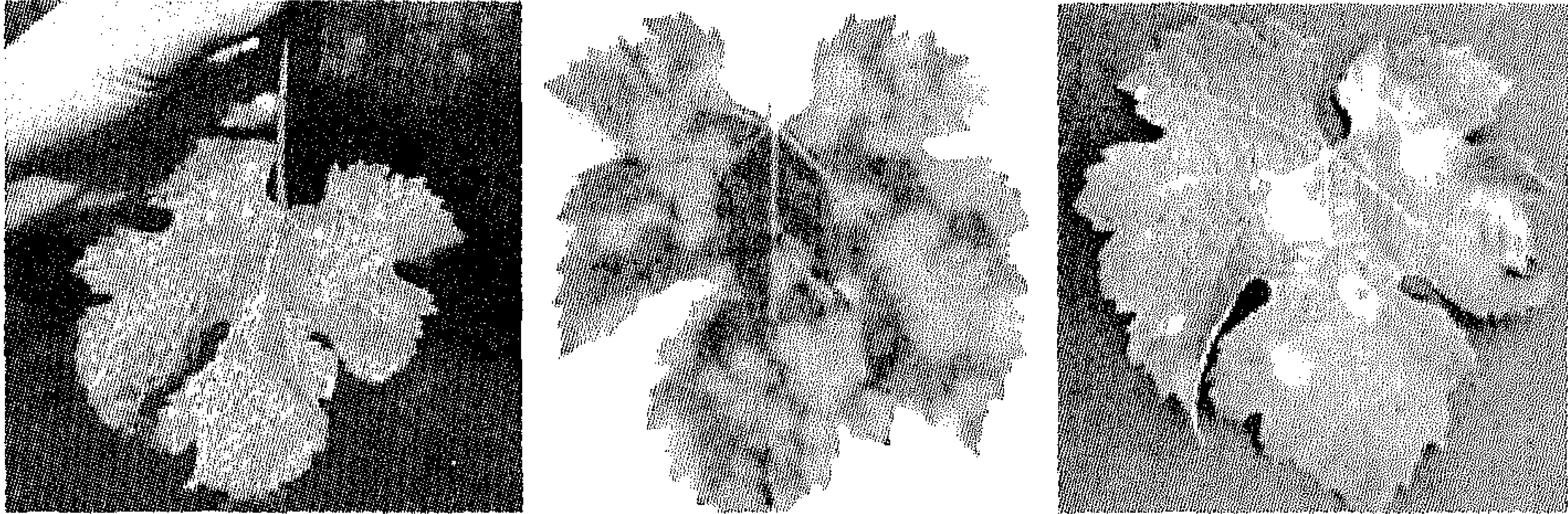
مرض البياض الزغبي على العنب

Downy Mildew of Grape

تنتشر زراعة العنب في مختلف انحاء العالم خاصة في شمال وجنوب امريكا الشمالية وأوربا وشمال وجنوب افريقيا واستراليا. في سنة 1878 تم إستيراد أصول عنب مقاومة لحشرة المن المتغذية على الجذور *Phylloxera* من امريكا بسبب تفشي هذه الحشرة في فرنسا. يبدو أن هذه الأصول كانت تحتوي على أبواغ بيضية للفطر *P. viticola* ما ادى الى إنتشار الإصابة بالبياض الزغبي على العنب في فرنسا وعموم أوربا. لاحظ العالم الفرنسي P.M.A. Millardet أن شجيرات العنب المرشوشة بمادة زرقاء على جوانب الطريق قليلة الإصابة مقارنة بباقي الشجيرات غير المرشوشة. وعرف ان صاحب البستان رش النباتات المجاورة للطريق بمادة كبريتات النحاس وهيدروكسيد الكالسيوم كي ينتج راسب ملون ليخيف المارة من سرقة العنب. قادت هذه الملاحظة Millardet لتجريب ومن ثم إنتاج المبيد الفطري الشهير مزيج بوردو (Bordeaux Mixture) نسبة الى مدينة Bordeaux الفرنسية التي كان يعيش فيها في سنة 1885. أصبح هذا أول مبيد فطري يستخدم على نطاق واسع في مكافحة الأمراض الفطرية ولازال يستخدم حتى الوقت الحاضر. واستحق Millardet النصب الذي اقيم له في المدينة لإكتشافه هذا المبيد الفطري.

هذا المرض مدمر جدا لشجيرات العنب أينما توفرت الأمطار في الربيع والصيف في درجات حرارة فوق 15 مْ. يمكن ان يحقق المرض خسارة تصل الى 100 ٪ من الإنتاج. ويمكن أن تسبب الإصابات المبكرة للأفرع الحديثة خسائر مهمة بينما تؤدي الإصابات

الشديدة للأوراق الى خسائر فادحة في الإنتاج وتساقط للأوراق وتحرقات وعدم نضج الثمار، كما يؤثر على المخزون السكري لنموات الموسم اللاحق.



شكل 7.9: أعراض الإصابة على السطح السفلي للورقة(يمين) وأعراض إصابة شديدة على السطح العلوي(وسط) والأعراض والعلامات المرضية (الحوافظ البوغية) على السطح السفلي للورقة
عن: (Ash،2000)

الأعراض (Symptoms)

تظهر الأعراض أولا على الأوراق بشكل بقع صفراء زيتية شبه دائرية بعد حوالي 5 – 7 ايام من الإصابة بالفطر. البقع الحديثة الصغيرة تحاط بهالة بنية- مصفرة تتلاشى بعد توسع البقعة. لون البقع يمكن ان يكون محمرا في أصناف العنب الأحمر. تتوسع البقع وتتداخل لتشمل معظم سطح الورقة، وفي الأجواء الدافئة الرطبة يظهر سطح الورقة السفلي وغيره من الأجزاء المصابة نموا زغبيا أبيضا يمثل الحوافظ البوغية للفطر (شكل7.9). كما تصاب الأزهار والثمار الحديثة مما يؤدي الى قتلها، اما الثمار النامية فيمكن ان تموت او تظهر تلونا (شكل 7.10). حيث أن الثمار تصبح مقاومة بعد 2 – 3 أسابيع من الأزهار.



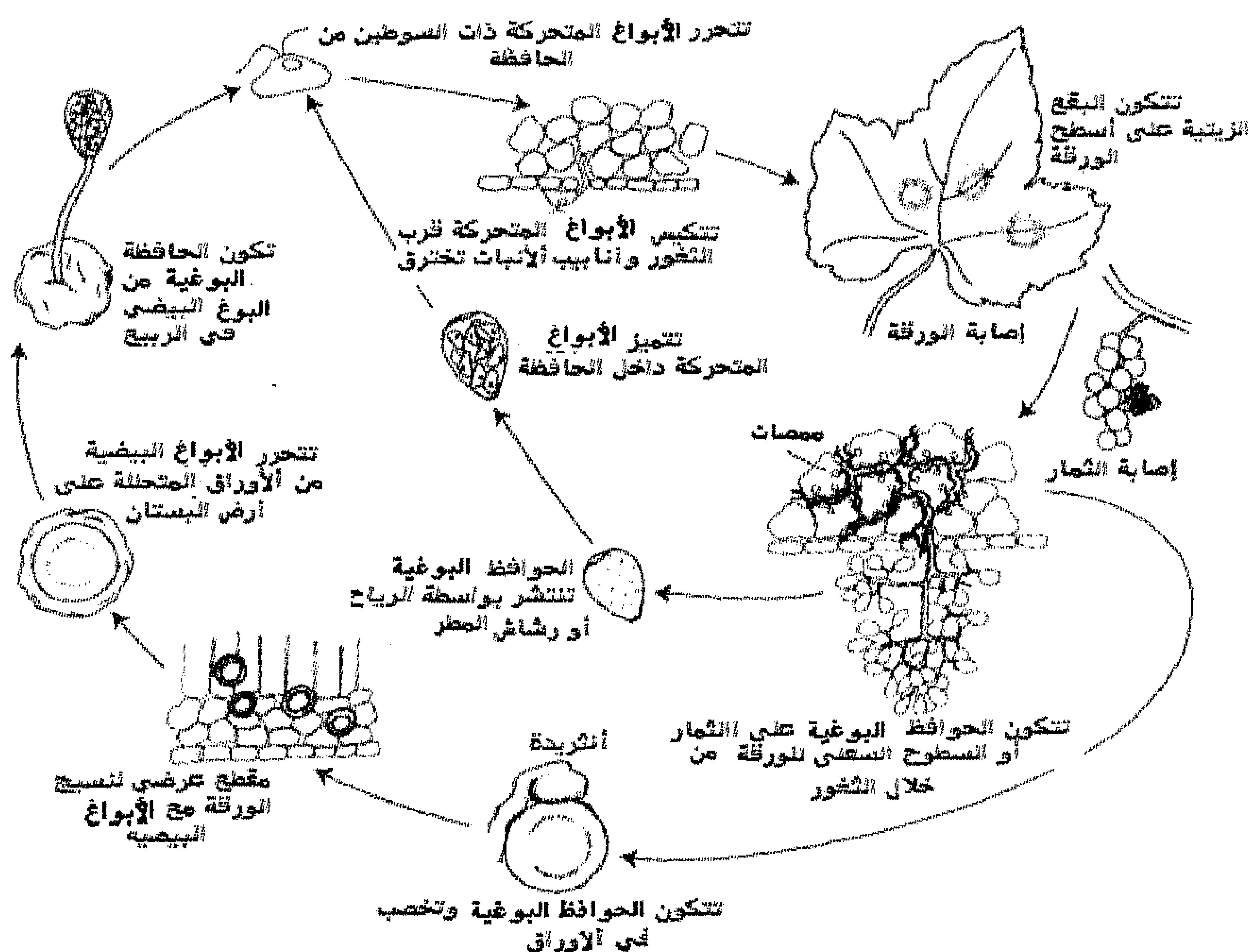
شكل 7.10: نورة زهرية مصابة تظهر النمو الزغبي للفطر (يمين) وعنقود يظهر ثمار ميتة أو متلونة (يسار)
عن: (Ash،2000)

الفطر الممرض (Pathogen): *Plasmopara viticola* وهو فطر مجبر التطفل ينمو مابين خلايا العائل بشكل خيوط فطرية غير مقسمة ويرسل ممصات كروية الى داخل الخلايا تساعد على إمتصاص المواد الغذائية.

يتكاثر الفطر لاجنسيا بتكوين حوامل حوافظ بوغية تخرج من الثغور وتتفرع عند الجزء الأخير منها بشكل أفرع متعامدة، كل فرع يحمل عددا من الذنيبات التي يحمل كل منها حافظة بوغية بيضاء ليمونية الشكل. تنبت الحافظة البوغية في غشاء مائي لتعطي أبواغ متحركة ذات سوطين. تتحرك الأبواغ على سطح النبات لتتكيس قرب الثغر، تنبت بتكوين إنبوب إنبات يخترق الثغر ويحقق الإصابة. ويكون الفطر أبواغ بيضية في أنسجة العائل سميكة الجدران نتيجة تلقيح نواة الأنثريدة لنواة البيضة في الحافظة الأنثوية. تلعب الأبواغ البيضية دورا في تطوير الفطر وراثيا كما تستخدم كلقاح اولي في إحداث الإصابات الأولية. ينبت البوغ البيضي بتكوين حافظة بوغية، تنتج أبواغ متحركة وتحقق الإصابة كما ذكر أعلاه.

تطور المرض (Development of Disease)

في وقت بداية تفتح البراعم حيث تتوفر الظروف البيئية الملائمة، تنبت الأبواغ البيضية لتكون حوافظ بوغية، كما ينمو الغزل الفطري في الأنسجة المصابة الحية ويكون حوافظ بوغية. تنتقل الأبواغ المتحركة الناتجة من إنبات الحوافظ البوغية بواسطة الهواء أو ماء المطر الى سطوح الأوراق السفلية حيث تتكيس ثم تنبت بتكوين إنبوب إنبات يخترق الثغور. ينمو الفطر بينيا ثم يكون خيوطا فطرية كثيفة في الفراغ تحت الثغري من الورقة، بعدها يكوّن حوامل حوافظ بوغية تخرج من الثغور لتحمل حوافظ بوغية جديدة. تنتشر الحوافظ البوغية بواسطة الهواء ورشاش المطر لتحقق مزيدا من الإصابات الثانوية. على الساق يمكن ان تسبب الإصابة تضخمات في الأنسجة المصابة ثم تموت الخلايا المصابة تاركة عليه مناطق غائرة. في نهاية موسم النمو يكوّن الفطر أبواغ بيضية في الأوراق او الأجزاء المصابة (شكل7.11).



شكل 7.11: دورة المرض للفطر *Plasmopara viticola*
عن: (Ash،2000)

السيطرة على المرض (Control)

1. إستخدام الوسائل الزراعية المتضمنة طريقة تربية النبات في صفوف على الأسلاك وتجنب الري بالرش لتقليل الرطوبة.

2. إستخدام الأصناف المقاومة حيث اظهرت الهجن ضمن النوع *Vitis vinifera* والأنواع الأمريكية مواصفات زراعية جيدة ومقاومة للمرض.

3. المكافحة الكيميائية المتضمنة رشات وقائية بميدات الدايثيوكاربامات أو مزيج بوردو قبل ظهور الإصابة خاصة عندما يكون طول النمو الجديد 10 سم أو يكون حجم الثمار بحجم حبة البزاليا. كذلك إستخدام الرش بعد ظهور الإصابة بالمبيدات Fosetyl-aluminum وPhenylamides (مثل Metalaxyl او ريدوميل)

(Ash،2000 ؛Agrios، 1997).

الفصل الثامن *Chapter8*

أمراض الفطريات الكتريدية

Diseases Caused by Chytridiomycota

تعود الفطريات الكتريدية الى شعبة *Chytridiomycota* وهي من الفطريات الحقيقية. تضم عددا من الأجناس الممرضة للنبات وهي *Olpidium* الذي يصيب جذور عدد من النباتات و*Synchytrium* الذي يسبب مرض الثآليل السوداء في البطاطا و*Urophlyctis* الذي يسبب مرض الثآليل التاجية في الجت و*Physoderma* الذي يسبب مرض التبقع البني في الذرة.

تفتقد هذه الفطريات للغزل الفطري الحقيقي وجسمها يتألف من ثالوس كروي أو غير منتظم. توجد في التربة بهيئة أبواغ ساكنة وفي النبات العائل بهيئة ثالوس. عند إنبات الأبواغ الساكنة، تتكون أبواغ متحركة تقوم بإصابة العائل حيث تكوّن ثالوس يؤدي الى تطور الإصابة النموذجية للفطر أو يكوّن حوافظ بوغية تكوّن بدورها أبواغ متحركة ثانوية تسبب إصابات. لا تؤدي الإصابة الى قتل العائل لكنها يمكن ان تسبب تضخمات في الأنسجة المصابة.

تنتشر هذه المسببات المرضية من خلال النباتات المصابة والتربة الملوثة. يقوم الفطر *Olpydium* بنقل 6 انواع من الفايروسات (Agrios، 1997) كما هو الحال مع الأبواغ المتحركة والأبواغ الساكنة للفطر *O. brassicae* في نقل فايروس*Mirafiori lettuce virus* و*Lettuce big-vein virus* (Rosales Lot *et al.*،200؛) بعد وصول تركيز الأبواغ

والحوافظ البوغية للفطر الى القمة في جذور الخس (Navarro *et al.*،2004) والفطر *Olpidium bornovanus* في نقل فايروس *Melon necrotic spot virus* على البطيخ (Jord *et al.*،2005).

مرض الثآليل السوداء في البطاطا

Potato Wart

من اهمية هذا المرض أنه خاضع للحجر الزراعي منذ 65 سنة. ما ان يدخل مسبب المرض الحقل فإنه يجعل زراعة البطاطا غير مجزية حيث أن إنتاجها يكون غير قابل للتسويق ويبقى الفطر في التربة لفترات طويلة. غير أن إجراءات الحجر الزراعي وتطويق الحقل المصاب بزراعة نباتات غير عائلة مكنت من إحتواء المرض والحد من خطر إنتشاره. المرض ينتشر أساسا في أوربا وهو ذو إنتشار محدود خارجها حيث سجل وجوده في ايران ولبنان ومصر والجزائر إضافة الى عدد من الدول الأخرى(EPPO،?). كما سجل المرض حديثا في بلغاريا في منطقة صوفيا سنة 2004(EPPO Reporting Service، 2008) وفي تركيا في منطقة شرقي الأناضول وهي منطقة الإنتاج الرئيسة للبطاطا في تركيا(Basim *et al.*،2005).

الأعراض (Symptoms)

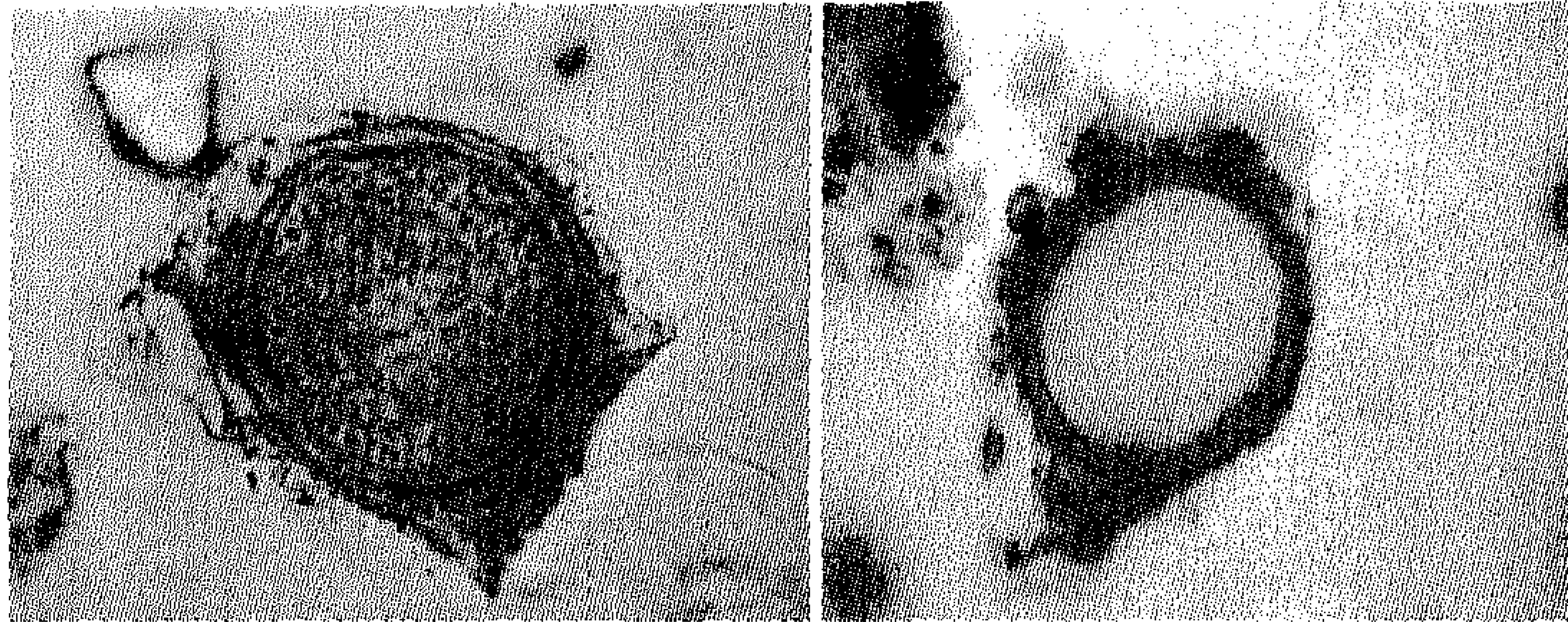
على الأجزاء الهوائية لا تظهر أعراض عادة لكن الإصابة يمكن ان تؤدي الى تحديد النمو مع ظهور ثآليل خضراء صغيرة في مواقع البراعم الهوائية عند قواعد السيقان ويمكن أن تهاجم الأوراق أيضا. أما على الأجزاء تحت الأرضية فإن الفطر يؤثرعلى بادئات الدرنات وليس الجذور. فالإصابات المبكرة للدرنات الحديثة النمو تؤدي الى تشوهها وجعلها إسفنجية بدرجة يصعب معها تمييز الدرنات. أما إصابة الدرنات البالغة فتتركز فقط في العيون (البراعم) حيث تكون الثآليل الناتئة بشكل القرنبيط وهي الصفة المميزة للمرض. هذه الثآليل تكون بيضاء أو خضراء اللون إذا كانت معرضة للضوء لكنها تسمر تدريجيا ثم تتعفن اخيرا وتتحلل (شكل 8.1). إن الدرنة يمكن ان تتحول بالكامل الى ثآليل. يمكن أن تتكون الثآليل على السيقان المدادة أيضا.



شكل 8.1: درنات بطاطا صنف ***Duke of York*** مصابة حديثة الجني وتبدو بعض الثآليل وهي تعاني بداية التعفن.
عن: (EPPO،2008)
http://www.eppo.org/QUARANTINE/fungi/Synchytrium_endobioticum/SYNCEN_images.htm

الفطر الممرض(Pathogen): *Synchytrium endobioticum*

الفطرطفيلي مجبر لا يكوّن خيوطا فطرية بل حوافظ بوغية يحتوي كل منها على 200 – 300 من الأبواغ المتحركة (شكل 8.2).



شكل 8.2: الحافظة البوغية الشتوية الميتة للفطر S. endobioticum(يمين) والحافظة البوغية الشتوية الحية(يسار)
عن: (EPPO،2008)
http://www.eppo.org/QUARANTINE/fungi/Synchytrium_endobioticum/SYNCEN_images.htm

تطور المرض (Development of Disease)

تنبت الحوافظ البوغية الشتوية من الثآليل المتعفنة في التربة أثناء الربيع في درجات حرارة حوالي 8 مْ بوجود الرطوبة المناسبة محررة الأبواغ المتحركة. هذه الأبواغ تتحرك في الغشاء المائي بواسطة سوط واحد لتصل الى العائل. يفقد البوغ المتحرك سوطه ويخترق خلية العائل. تتضخم خلية العائل المصابة كثيرا ويكوّن الفطر الحافظة البوغية الصيفية السريعة التكاثر. تحرر هذه الحوافظ أبواغ متحركة من الخلايا لتصيب خلايا جديدة وتعيد تكوين الحوافظ البوغية الصيفية. تتكرر هذه العملية طالما استمرت الظروف البيئية المناسبة مما يؤدي الى إصابة شاملة للعائل. تتحفز الخلايا المجاورة للخلايا المخترقة على التوسع مما يؤدي الى تكوين الثآليل. تحت ظروف معينة من الإجهاد خصوصا الجفاف، يمكن ان تتحد أزواج من الأبواغ المتحركة لتكون لاقحات (Zygote) عندها تتوقف خلية العائل التي تحصل فيها هذه العملية عن التوسع ولكن تنقسم مع بقاء جدران خلاياها متقاربة مكونة طبقة خارجية للحافظة البوغية الشتوية السميكة الجدار. الحوافظ البوغية الشتوية تكون كروية، سميكة الجدار قطرها حوالي 50 الى 70 مكم (7.5 – 25 مكم) وتنحو لأن تكون جزءا من دقائق او تجمعات التربة التي هي بقطر 1 – 2 ملم(EPPO،? ; Basim *et al.*،2005). تنضج هذه الحوافظ وتتحرر الى التربة عند تحلل الثآليل. يمكن للحوافظ الشتوية ان تبقى حية في التربة لمدة 30 سنة وبعمق يمكن ان يصل الى 50 سم. ويمكن أن ينتقل الفطر مع الدرنات المصابة او مع التربة الملوثة للدرنات كما ان الفطر يقاوم الإنزيمات الهاضمة للحيوانات.توجد عدد من الضروب المرضية للفطر منها الطراز الأمراضي 1 في اوربا وعدد آخر يصل الى 18 في مناطق مختلفة من اوربا(EPPO،?).

السيطرة على المرض (Control)

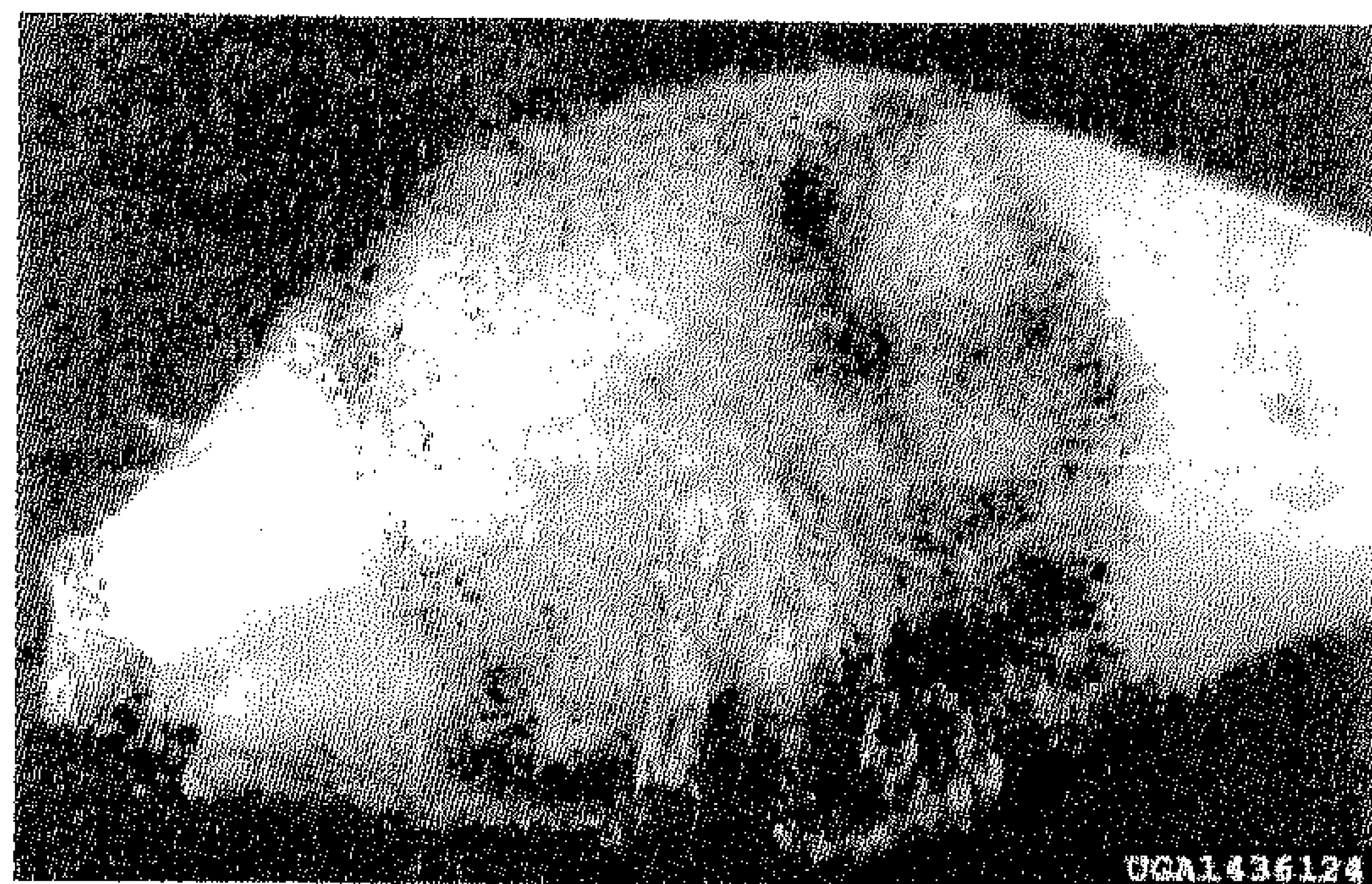
1. الحجر الزراعي.
2. زراعة الأصناف المقاومة.
3. تطويق الحقول المصابة بزراعة نباتات غير عائلة.

الفصل التاسع ***Chapter9***

الأمراض المتسببة عن الفطريات اللاقحية

Diseases Caused by Zygomycetes

الفطريات اللاقحية من الفطريات الحقيقية المستوطنة لليابسة. الغزل الفطري غير مقسم، تتكاثر جنسيا بتكوين الأبواغ اللاقحية ولاجنسيا بواسطة الأبواغ الحافظية التي تنتشر بواسطة الهواء. تضم هذه المجموعة 3 أجناس من الفطريات ممرضة للنبات هي *Choanephora* و*Rhizopus* و*Mucor* وهي ممرضات ضعيفة كونها لاتتمكن من الإختراق المباشر للأنسجة النباتية وإنما عبر الجروح أو الأنسجة الميتة مسببة تعفن الثمار والدرنات والأبصال والجذور الخازنة خاصة بعد الحصاد أو أثناء الخزن. يسبب الفطر *Choanephora* (شكل9.1) التعفن الطري لثمار القرعيات وكذلك الفلفل والبامياء. يصيب الفطر البتلات الذابلة ومنها يصل الى انسجة الثمرة حيث تنشط إنزيماته المحللة ويكوّن غزل فطري كثيف وحوافظ بوغية على سطحها.



شكل **9.1**: تعفن ثمار القرع المتسبب عن الفطر *Choanephora cucurbitarum*
عن:
http://www.forestryimages.org/browse/genus.cfm?sort=2&id=Choane+phora&goButton=+go

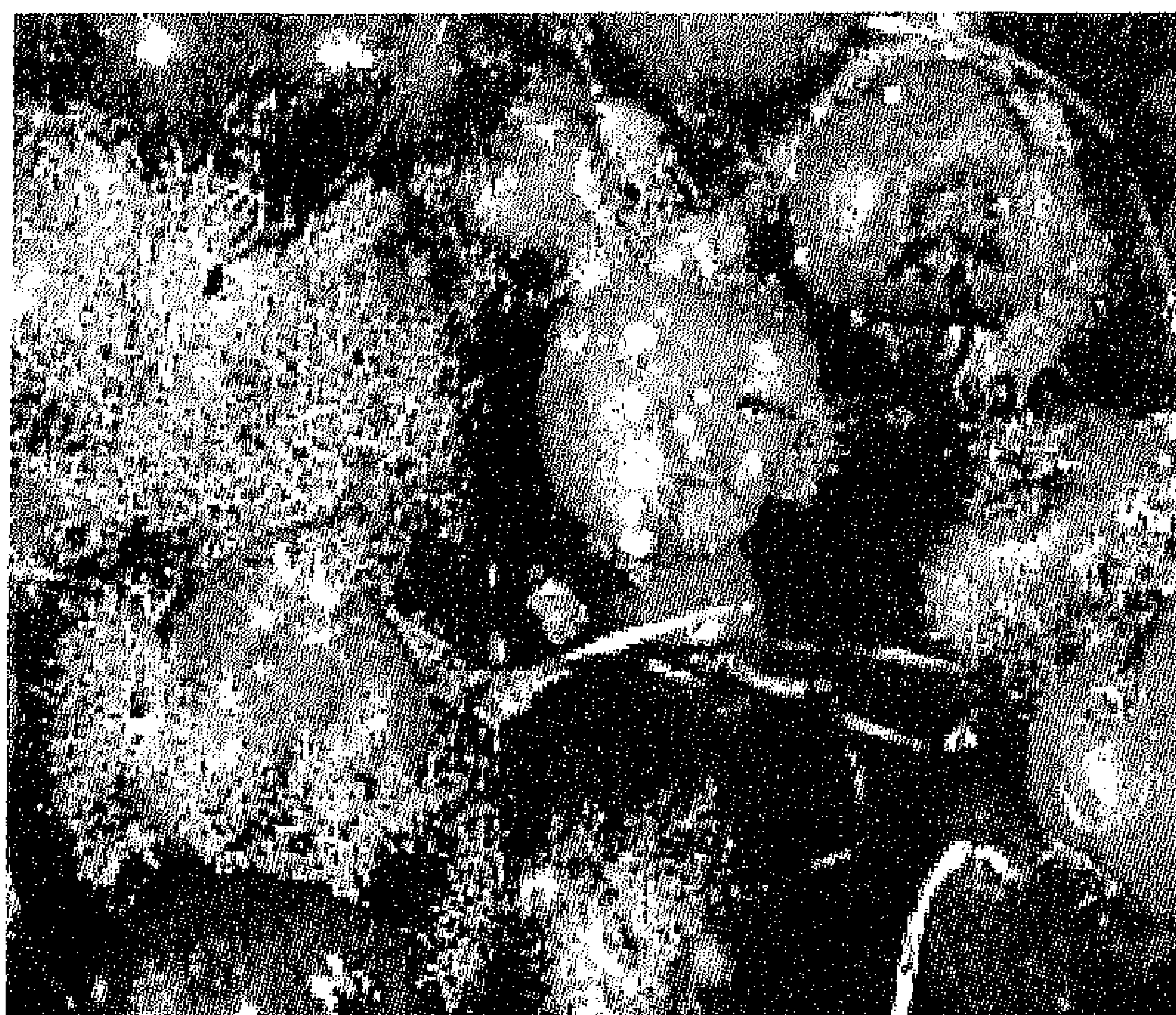
التعفن الطري الرايزوبي على الثمار والخضروات

Rhizopus **Soft Rot of Fruit and Vegetables**

من الأمراض الشائعة والعالمية الإنتشار حيث يصيب الأزهار والثمار والدرنات وأبصال نباتات الزينة وكذلك حبوب المحاصيل المخزونة في أجواء عالية الرطوبة. يتأثر العديد من انواع النباتات بهذا المرض خاصة تلك العائدة للأجناس: *Allium* و*Ananas* و *Brassica* و*Cucumis* و *Cucurbita* و*Fragaria* و *Lycopersicon* و*Phaseolus* و*Pisum* و*Solanum* وغيرها (Nishijima،1993). يمكن ان يسبب المرض خسائر كبيرة في الظروف الملائمة لتطور المرض (Clark & Hoy،1994).

الأعراض (Symptoms)

تظهر على الأجزاء اللحمية المصابة مناطق مائية لينة، تجف تدريجيا وتتحول الى مومياء إذا بقي الجلد سليما. لكن في الغالب يتشقق الجلد لتخرج الخيوط الفطرية من خلال الجروح مكونة كتل رمادية اللون تشبه شعر اللحية تتكون من الحوافظ البوغية وحواملها (شكل 9.2). ويمكن ان تتعقد الأعراض بواسطة الإصابات البكتيرية أو الفطرية الثانوية.



شكل 9.2: العفن الطري الرازوبي على ثمارالكرز
عن:
http://rds.yahoo.com/S=96062883/K=rhizopus+rot/v=2/SID=w/l=IVR/SIG=12h74q44e/EXP=1138029436/*-http%3A//res2.agr.ca/parc-crapac/pubs/phhandbook/ch_disea_e.htm

الفطر الممرض (Pathogen): *Rhizopus* spp.

أنواع *Rhizopus* المسببة لأمراض التعفن الطري الأكثر شيوعا هي:

R. stolonifer (syn. *Rhizopus nigricans*) و*R. arrhizus* (syn. *R. oryzae*).

الغزل الفطري غير مقسم، ينمو على سطح الوسط الغذائي ليكوّن خيوط فطرية مقوسة على الوسط تكوّن في نقاط إتصالها به أشباه جذور الى داخل الوسط وهي خيوط فطرية متفرعة بشكل يشبه تفرع الجذر وتقوم بإمتصاص المواد الغذائية. وتكوّن مقابلها الى اعلى حوامل حوافظ بوغية طويلة تحمل في نهاياتها حوافظ بوغية كروية تبدو بالعين المجردة كنقاط صغيرة سوداء كرأس الدبوس. الحافظة البوغية هي التركيب التكاثري اللاجنسي الذي يتالف من غلاف يحيط بآلاف الأبواغ الحافظية الأحادية الخلية الكروية الشكل، كما تحتوي الحافظة على تركيب يسمى العويميد وهو جزء متضخم يمثل إمتداد للحامل ويساعد على نشر الأبواغ. عند تمزق الغلاف تتحرر الأبواغ وتنتشر بواسطة الهواء وعند سقوطها على الوسط الرطب تنبت لتكون إنبوب إنبات ينمو الى غزل فطري عند توفر المواد الغذائية.

يتكاثر الفطر جنسيا، حيث يكوّن الغزل الفطري، عند وجود طرازين تزاوجيين متوافقين، حوافظ مشيجية اولية (Progametangia) على نهايات أفرع جانبية. تتقابل كل حافظتين مشيجيتين أوليتين نحو بعضهما ليتلامسا حيث ينشأ جدار عرضي يفصل نهاية كل طرف عن الحافظة المشيجية الأولية وهكذا تنشأ الحوافظ المشيجية. تندمج الحافظتين وتتحد نواتيهما لتتكون اللاقحة التي تتطور الى بوغ لاقحي ثنائي المجموعة الكروموسومية، سميك الجدران مثألل المظهر. يعمل البوغ اللاقحي على مقاومة الظروف غير الملائمة. عند إنبات البوغ اللاقحي يحصل الإنقسام الإختزالي للنواة ويكوّن حافظة بوغية تحتوي أبواغ حافظية احادية المجموعة الكروموسومية (Agrios،1997؛ Holmes & Stange،2002).

تطور المرض (Development of Disease)

يمكن ان تتحقق الإصابة في الحقل كما في تعفن الطرف الزهري (Blosoom End Rot) في القرعيات والتعفن الطري لرأس عباد الشمس (شكل 9.3) أو يبدأ مابعد الحصاد وأثناء الخزن والتسويق كما في التعفن الطري لجذور البطاطا الحلوة وثمار الشليك والكرز والخوخ وغيرها وهي الحالة الغالبة. تحصل الإصابة بواسطة الأبواغ الحافظية التي تتواجد في الهواء والتربة وصناديق الفواكه والخضار وغيرها. فعند توفر الرطوبة والحرارة المناسبة ينبت البوغ بتكوين إنبوب إنبات يتطور الى غزل فطري على البتلات الميتة أو في الجروح من خلال التغذي الرمي على المواد العضوية المتوفرة. تلعب الجروح دورا مهما جدا في إحداث الإصابة (Holmes & Stange،2002).

ينتج الفطر إنزيمات محللة للمواد البكتينية مما يؤدي الى إنهيار الصفائح الوسطى وتفكيك الخلايا ومن ثم تكوين إنزيمات السليوليز التي تقوم بتحليل المكون الرئيس لجدران الخلايا النباتية، وهكذا تنهار الخلايا وتخرج عصارتها وتموت حيث يتمكن الفطر من الترمم عليها دون التمكن في الغالب من إختراق الخلايا الحية.



شكل 9.3: التعفن الطري لرأس عباد الشمس المتسبب عن الفطر *Rhizopus stolonifer*

عن:

D:\plant diseases\RHIZOPUS\Rhizopus head rot، Sunflower- PDC.htm

وهكذا ينمو الفطر على المواد العضوية الناتجة من موت الخلايا. إن الإنزيمات المحللة تعمل على مقدمة من الغزل الفطري. يبدأ الفطر في النمو وتكوين حوامل حوافظ بوغية وحوافظ بوغية تبدو كرأس الدبوس على الغزل الفطري. تقوم هذه الأبواغ بإصابة مناطق جديدة. في الثمار اللحمية جدا يتمكن الغزل الفطري من غزو الأنسجة الحية أيضا. لكن الثمار غير التامة النضج تكون مقاومة للإصابة، كما ان بعض الثمار تكوّن أنسجة فلينية واقية ضد الإصابة. عند توفر طرازين تزاوجيين متوافقين تتكون الأبواغ اللاقحية السميكة الجدران والتي تقوم بمقاومة الظروف غير الملائمة(Agrios،1997).

السيطرة على المرض (Control)

1. إستخدام الأجراءات الصحية المتضمنة تجنب إحداث الجروح أو الخدوش أو الأضرار الميكانيكية الأخرى.

2. تنظيف وتعقيم المخازن وصناديق حفظ ونقل الفواكه والخضار.

3. المساعدة على إلتئام الجروح من خلال إستخدام الحرارة والرطوبة الملائمة قبيل الخزن حيث ان الحفظ بدرجة حرارة 29 مْ ورطوبة نسبية 95 ٪ لمدة 4 أيام هو إجراء

يستخدم لهذا الغرض مع جذور البطاطا الحلوة (Holmes & Stange،2002).

4. الخزن بدرجات حرارة واطئة (أقل من 10 مْ).

5. إستخدام الطرق الفيزيائية مثل الجرع الواطئة من الأشعة فوق البنفسجية – C، حيث ادى إستخدامها الى تقوية ثمار الطماطة وتخفيض مهم في فاعلية الأنزيم (Polygalacturonase) مما أكسبها مقاومة مهمة ضد الإصابة بالفطر *R. stolonifer* (Stevens *et al.*،2004).

6. المكافحة الحيوية كمعاملة جذور البطاطا الحلوة بالمبيدات الحيوية Bio-Save 11LP (مبيد حيوي يتكون من البكتريا *Pseudomonas syringae*) (Holmes،2004& Edmunds).

الفصل العاشر *Chapter10*

الأمراض المتسببة عن الفطريات الكيسية والناقصة

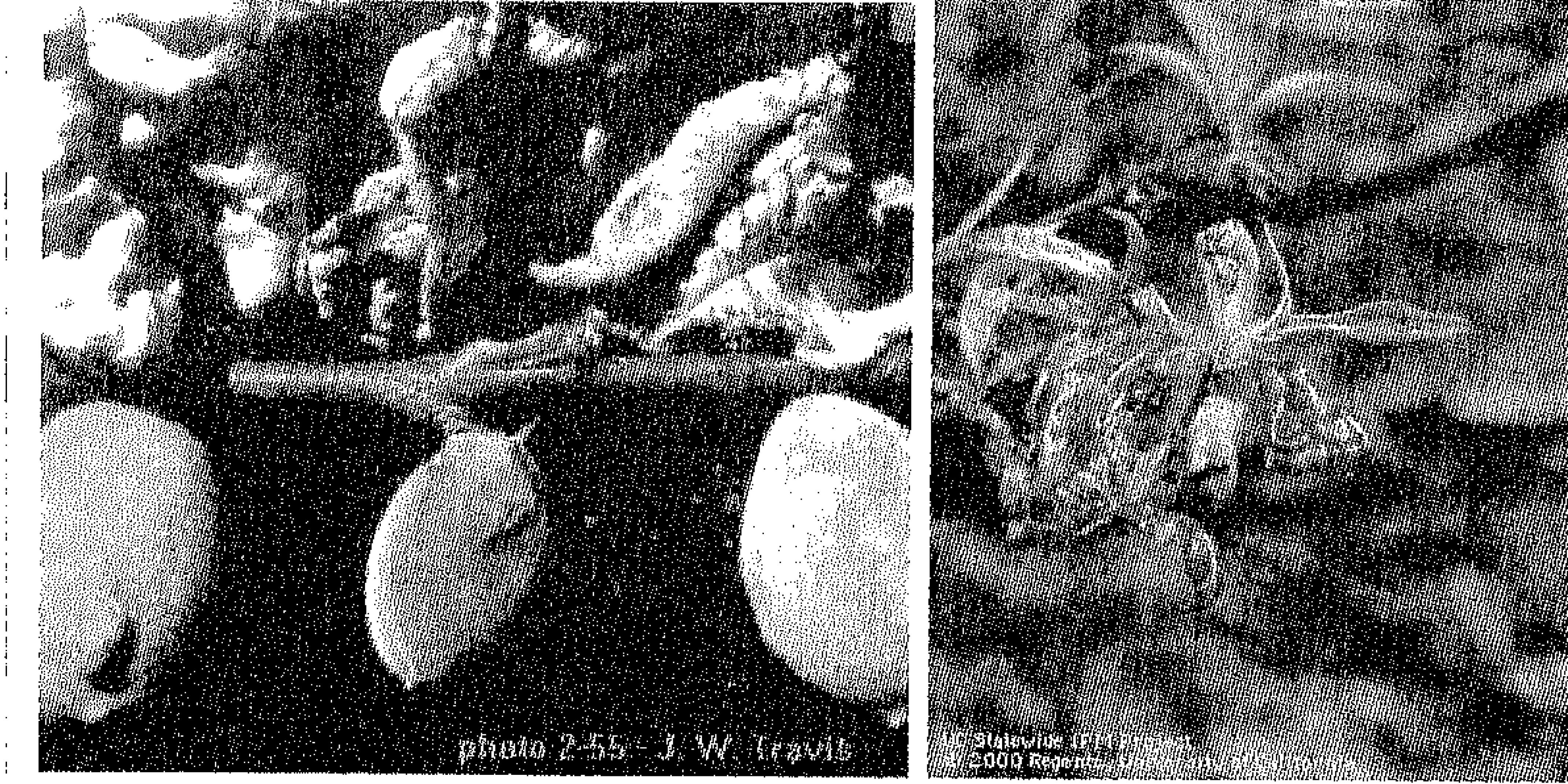
Diseases Caused by Ascomycetes

and **Imperfect Fungi**

تجعد الأوراق المتسبب عن الفطر *Taphrina*

Leaf Curl Disease Caused by *Taphrina*

يضم الجنس *Taphrina* نحو 95 نوعا منها حوالي 49 نوعا تسبب أمراضا على 20 نوعا من الأشجار في الولايات المتحدة وكندا لوحدهما(Daughtrey *et al.*،2003).



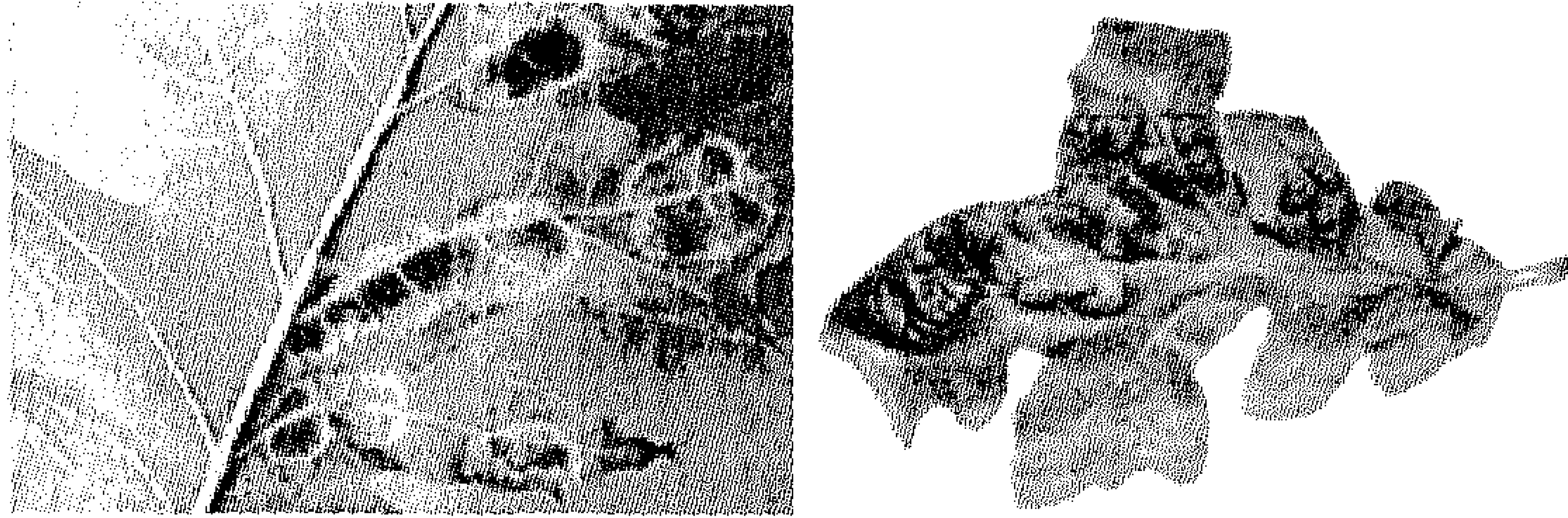
شكل10.1: أعراض التجعد على أوراق أوراق(يمين) وثمار الخوخ (يسار) المتسبب عن الفطر *T. deformans*

عن:

D:\plant diseases\TAPHRINA\UC IPM Photo.htm

D:\plant diseases\TAPHRINA\Peach leaf curl - Taphrina deformans.htm

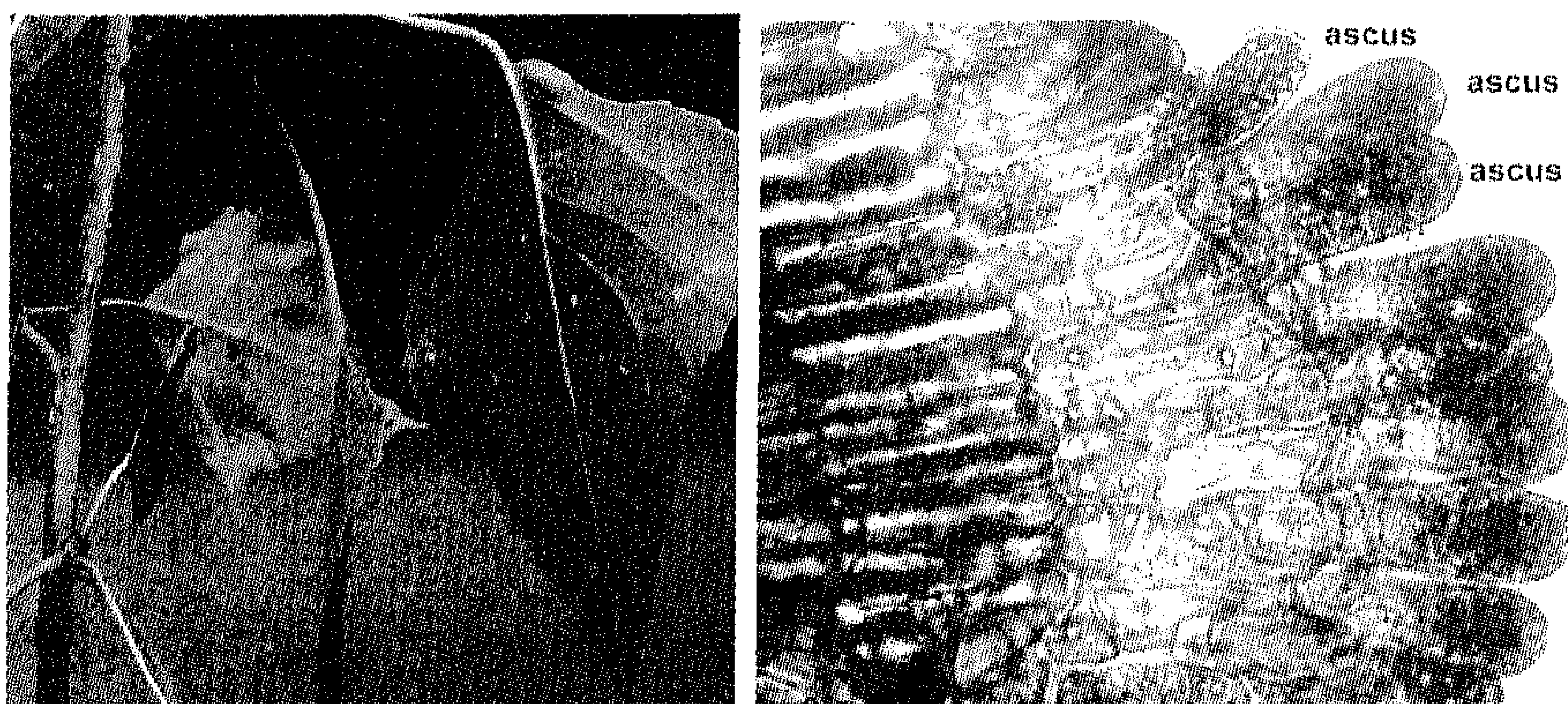
تسبب أنواع *Taphrina* أمراض التجعد على انواع الأشجار ذات النوى الحجرية، حيث يسبب *T. deformans* تجعد أوراق الخوخ والدراق، ويسبب الفطر *T wiesneri*. مرض مكنسة الساحرة (Witche's broom) على أشجار الكرز وأنواع *Prunus* بضمنها *Prunus yedoensis* وهي من اشهر اشجار الزينة في اليابان (Ikeda)، كما يسبب الفطر *T. caerulescen* مرض بثرة اوراق البلوط.



شكل 10.2: بثرة الأوراق في البلوط المتسبب عن الفطر *Taphrina caerulescens* على الوجه العلوي (يمين) وعلى الوجه السفلي (يسار)
عن:
D:\plant diseases\TAPHRINA\IPM Reports on Plant Diseases Oak Leaf Blister.htm

الأعراض (Symptoms)

تجعد الأوراق من الأمراض الواضحة الأعراض. فعند خروج الأوراق من البراعم في الربيع تتغضن وتتجعد وتظهر ألوان مختلفة من الأخضر الفاتح الى الأصفر المشوب بالحمرة واللون الأرجواني. ومع نموها تتثخن الأوراق وتصبح سهلة التكسر (شكل 10.1 و10.2). يعتقد ان الفطر يكوّن هرمونات سايتوكاينين وأوكسين تسهم في أعراض التضخم (Daughtrey *et al.*،2003). وعند نضج الأوراق المصابة تتكون أكياس الفطر العارية مما يكسب سطح الورقة مظهرا غباريا، ثم تتحول الى اللون البني، تذبل وتسقط الأوراق مع تقدم الصيف (شكل 10.3). أما الثمار فيسقط الكثير منها دون ملاحظته والباقي يكون معقوفا على الساق وتظهر تشوهات مثألئة ذات لون احمر - أرجواني(Steiner & Biggs،2006).



شكل 10.3: الفطر *Taphrina populina* على نبات الحور (*Populus tremuloides*).، المناطق الصفراء تنشأعن تكون الأكياس (يسار) والأكياس المليئة بالسبرورات الكيسية والأبواغ البرعمية (يمين)
عن: (Deacon،2005b)

الفطر الممرض(Pathogen): *Taphrina deformans*

من الفطريات الكيسية، الغزل الفطري ثنائي النواة، ينمو ما بين الخلايا أو تحت الأدمة أو يبقى ضمن جدران خلايا البشرة. يتكاثر الفطر جنسيا بتكوين أكياس عارية أي ليست داخل جسم ثمري في طبقة بين خلايا البشرة والأدمة. ونتيجة نمو الأكياس تتمزق الأخيرة لتظهر الأكياس. يحتوي الكيس على 8 أبواغ كيسية.

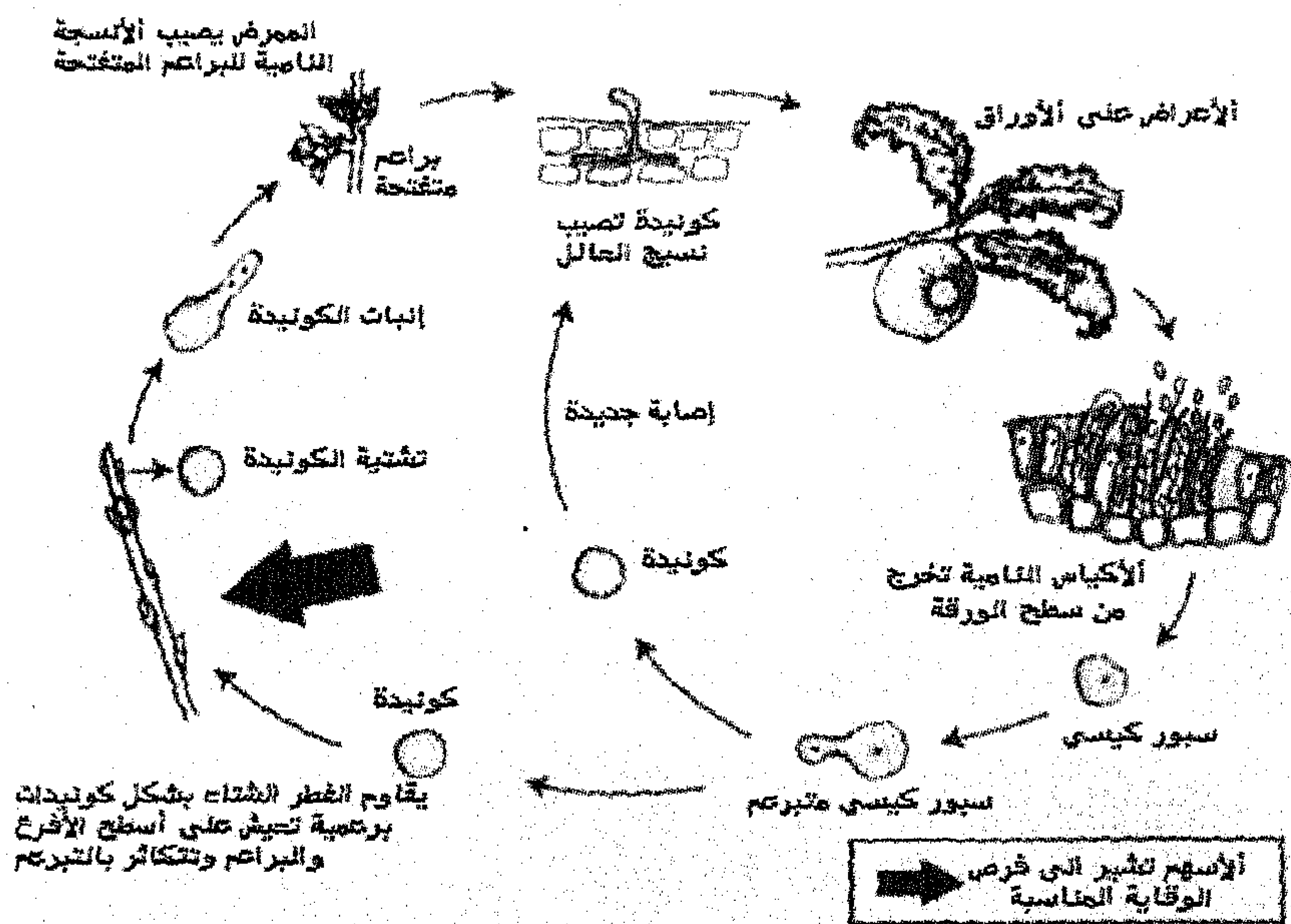
في العديد من الأنواع تتبرعم الأبواغ الكيسية داخل الكيس لتملأه بالأبواغ البرعمية ، Blastospores ، ويمكن ان تستمر عملية التبرعم بعد خروج الأبواغ من الكيس. يقضي الفطر معظم دورة حياته بشكل خلايا خميرة رمية أحادية النواة، أحادية المجموعة الكروموسومية. إن الشكل الكونيدي الشبيه بالخميرة سمي *Lalaria* من قبل (Moore،1990). الكونيدات الناتجة تتمكن من تحقيق الإصابة عن طريق تكوين إنبوب إنبات يقوم بالإختراق المباشر لبشرة الأوراق الحديثة أو من خلال الثغور. الغزل الفطري الثنائي النواة يتكون داخل انسجة العائل ومن ثم تتكون الأكياس. على الوسط الغذائي، تعطي الأبواغ الكيسية او الكونيدات مستعمرة خميرية وردية شاحبة، بطيئة النمو.

تطور المرض (Development of Disease)

يوجد الممرض أينما وجد الخوخ تقريبا، ويشتي بشكل كونيدات محمية بين شقوق القلف وفي البراعم. تحصل الإصابة الأولية في بداية الربيع حينما تنتفخ البراعم وتتكشف الأوراق الحرشفية والى تفتح الأوراق البرعمية.

تحصل الإصابة على الأوراق الحديثة في درجة حرارة 10 – 21 مْ وتنخفض في أقل من 7 مْ (Steiner & Biggs،2006). ترتبط نسبة وشدة مرض تجعد أوراق الخوخ المتسبب عن الفطر *Taphrina deformans* بسقوط المطر ومدة البلل ودرجة الحرارة خلال فترة البلل وفترة الحضانة وكذلك مرحلة نمو الأجزاء الهوائية. ويبدو ان البلل السطحي للأوراق أهم من المطر ذاته، علما ان المطر يمكن ان يوفر فترة بلل مناسبة مقارنة بتلك الناتجة عن الضباب أو الندى. وهكذا فإن المطر بمعدل 3 ملم وفترة بلل لا تقل عن 5. 12 ساعة ودرجة حرارة أقل من 16 مْ خلال فترة البلل واقل من 19 مْ خلال فترة الحضانة هي عوامل حرجة لحدوث المرض. كما أن المرحلة بين تفتح البرعم وسقوط البتلات تمثل أقصى درجة حساسية للمرض (Rossi *et al.*،2006). علما ان تقدم الأنسجة في العمر يكسبها مقاومة ضد الإصابة (Agrios،1997).

في الشكل 10.4 مخطط دورة المرض.



شكل 10.4: دورة مرض تجعد اوراق الخوخ المتسبب عن الفطر *Taphrina deformans* عن:
D:\plant diseases\TAPHRINA\Seasonal cycle of peach leaf curl--UC IPM.htm

السيطرة على المرض (**Control**)

1. تسهل السيطرة على المرض من خلال الرش الوقائي بالمبيدات الكيميائية في نهاية الخريف حيث تكون 90 ٪ من الأوراق قد سقطت، أو في بداية الربيع قبل تفتح البراعم. المبيدات الفعالة Captafol، Ziram و Thiram (Tate & Wood، 1995) وكذلك مزيج بوردو (Agrios، 1997).

2. إستخدام أصناف مقاومة، حيث توجد فروق في حساسية الأصناف المختلفة. وهكذا فإن الصنف Redhaven والأصناف المشتقة منه تكون أكثر مقاومة من الصنف Redskin والأصناف المشتقة منه (Steiner & Biggs، 2006).

الأمراض المتسببة عن فطريات Erysiphaceae

Diseases Caused by Erysiphaceae

أمراض البياض الدقيقي

Powdery Mildews

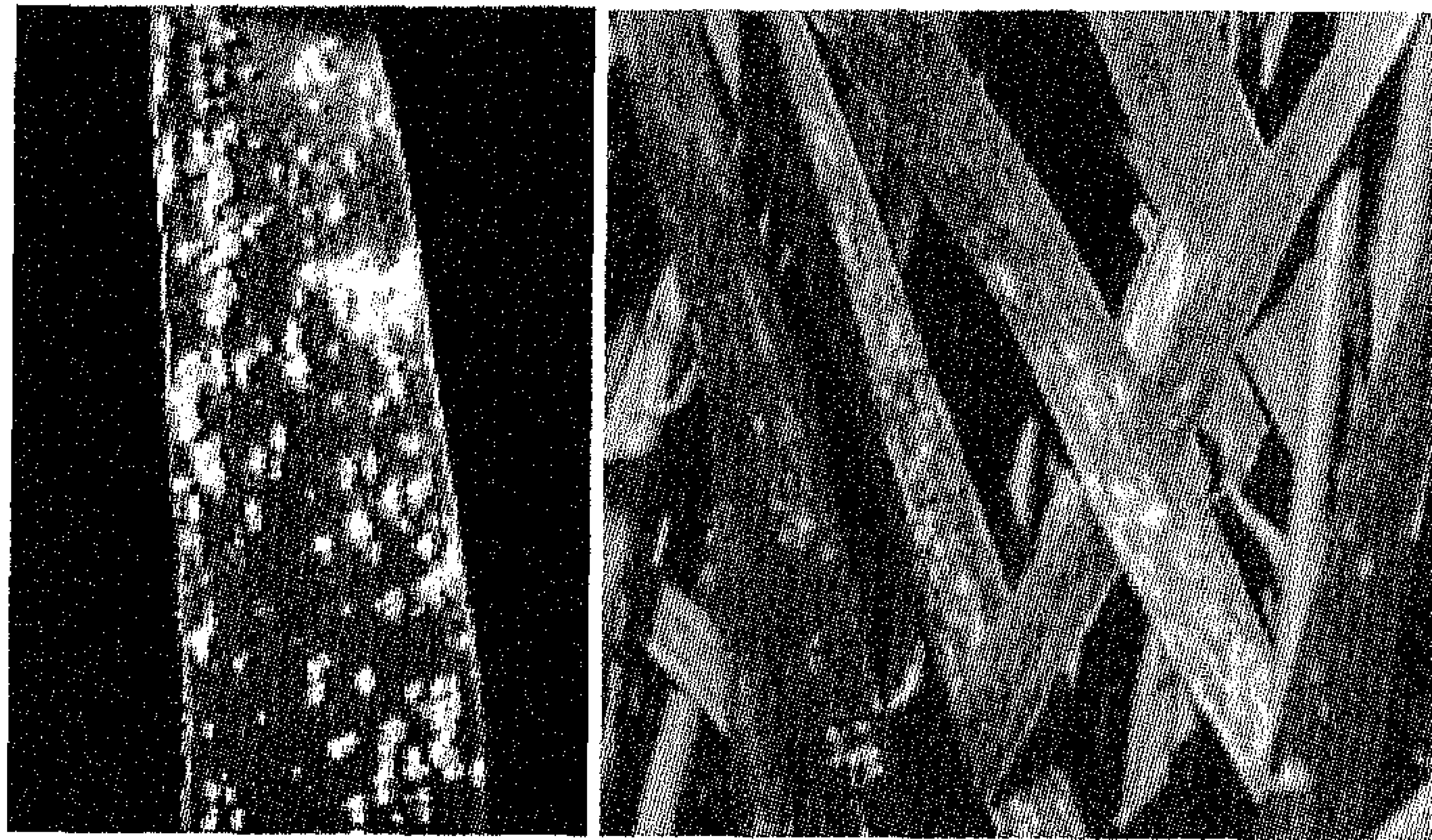
أمراض البياض الدقيقي من أكثر أمراض النبات وضوحا وإنتشارا وأهمية إقتصادية. فهي سهلة التشخيص من خلال نمو الفطر الأبيض الى الأبيض - الرمادي الذي يغطي سطوح الأوراق خاصة والأجزاء الهوائية الأخرى. إن هذه النموات تعلق بالأصبع كالدقيق عند لمسها ومن هنا جاء أسم المرض. فهذه الفطريات جميعا مع بعض الأستثناءات تنمو على سطوح الأوراق والأجزاء المصابة دون ان تغزو الخلايا والأنسجة الداخلية، بل ترسل ممصات الى داخل خلايا البشرة لإمتصاص المواد الغذائية. الغزل الفطري مقسم ويكوّن حوامل كونيدية قصيرة تحمل سلاسل من الكونيدات البرميلية أو الكروية الشكل، وهكذا فإن اللون الأبيض والقوام الدقيقي يرجع الى لون الغزل الفطري والحوامل الكونيدية والكونيدات. وفي مراحل متاخرة من موسم النمو تكوّن بعض هذه الفطريات أجسام ثمرية صغيرة هي الثمار الكيسية المغلقة (Clestothecia) بحجم رأس الدبوس تكون بيضاء في البداية يتحول لونها الى الأصفر - البرتقالي ثم الأسود أخيرا. تحتوي الثمار الكيسية المغلقة على واحد او عدة أكياس تحتوي بدورها على أبواغ كيسية. تصيب معظم النباتات في مختلف أنحاء العالم وفي بيئات مختلفة عالية الرطوبة النسبية حتى لو كانت مناطق جافة بسبب إحتواء الكونيدات على نسبة عالية من الرطوبة (حوالي 70 ٪) مقارنة بكونيدات الفطريات الأخرى. وهي تصيب معظم أنواع النبات (Agrios،1997) وتحديدا ما يزيد عن 1300 نوعا (Monroe،2000). هذه الأنواع تشمل النباتات المزروعة مثل محاصيل الحبوب والخضروات والأعناب والأشجار ونباتات الأدغال. في العراق حتى سنة 1984 تم تسجيل وجود 25 نوعا من الفطريات المسببة لأمراض البياض الدقيقي على 112 نوعا من النباتات العائلة (Sharif *et al.*،1984). إن هذه الفطريات أحيائية التغذية فهي لاتؤدي الى قتل النبات لكنها

تؤثر سلبيا على فعالياته الفسلجية كالتركيب الضوئي والتنفس وغيرها وبالتالي تؤدي الى إضعاف نمو النبات وتخفيض إنتاجيته بما يتراوح بين 20 الى 40 ٪ (Agrios، 1997).

مرض البياض الدقيقي على القمح (Powdery Mildew on Wheat)

المتسبب عن الفطر *Blumeria graminis f. sp. tritici*

مرض البياض الدقيقي على القمح من الأمراض الواسعة الإنتشار وذات الأهمية الإقتصادية على نطاق العالم. يشتد المرض في الربيع الذي يتسم بدرجات الحرارة المعتدلة والرطوبة النسبية العالية كما يشجع بزيادة كثافة النباتات. يتسبب المرض بخسائر قد تصل الى 13 – 34 ٪ من الإنتاج(Griffey *et al.* 1993؛ Liu، 1999).



شكل 10.5: البياض الدقيقي على اوراق القمح(يمين) والنمو الفطري والأجسام الثمرية الداكنة اللون(يسار)

عن:

Erik L.Strmberg، http: / /plantpathology.tamu.edu /appel /fung

D:\plant diseases\POWDERY MILDEWS\Wheat Powdery Mildew.htm

الأعراض (Symptoms)

تظهر الأعراض بشكل بقع صفراء على السطوح العلوية للأوراق سرعان ما تتغطى بنمو أبيض زغبي يمثل الغزل الفطري الذي يتكون على سطح النبات وكذلك الحوامل

الكونيدية والكونيدات (شكل 10.5). مع الوقت يتغير اللون الى رمادي – بني. يمكن ان تظهر الأعراض على السطوح السفلية للأوراق وكذلك عل الساق والسنابل. يصفر السطح السفلي للورقة ثم يتحول الى الدباغي أو البني. مع نهاية الموسم تظهر على نموات الفطر نقط سوداء تمثل الأجسام الثمرية الكيسية للفطر (شكل 10.5 يسار). يمكن أن تظهر الأعراض في أي وقت بعد بزوغ النبات، كما انها تظهر أولا على الأوراق السفلية صعودا(Maloy & Inglis، 1993؛ Partridge،2003).

تطور المرض (Development of Disease)

يشتي الفطر بهيئة ثمار كيسية مغلقة على التبن للموسم السابق. تحصل الإصابات الأولية سريعا في الخريف بعد ظهور النباتات حيث درجات الحرارة المنخفضة نسبيا والرطوبة النسبية العالية. تتسبب هذه الإصابات عن كونيدات من نباتات قمح نامية تلقائيا أو من إنبات الأبواغ الكيسية. ينمو الفطر على سطح النبات ويرسل ممصات الى داخل خلايا البشرة للحصول على المواد الغذائية. يكوّن الغزل الفطري حوامل كونيدية قصيرة تحمل سلاسل من الكونيدات البرميلية الشكل. تنتشر الكونيدات بواسطة الرياح وتقوم بإصابات ثانوية تؤدي الى إنتشار المرض. يمكن أن تنتج دفعات جديدة من الكونيدات كل 7 – 10 ايام تحت الظروف البيئية المناسبة حيث درجات الحرارة بين 15 الى 24 مْ والرطوبة النسبية العالية. تزداد حساسية النبات للإصابة في مراحل نمو النبات السريعة خصوصا عند إستطالة الساق وتكوين السنابل. قرب نهاية موسم النمو يكوّن الفطر الأجسام الثمرية الكيسية والتي تحتوي على الأكياس التي يضم كل منها الأبواغ الكيسية. تبدو الأجسام الثمرية الكيسية كنقاط داكنة بحجم راس الدبوس ضمن نمو الفطر. يشجع تطور المرض بوجود الأصناف الحساسة وزيادة كثافة النباتات المزروعة وزيادة التسميد النتروجيني (Partridge،2003).

يوجد نوعين من المقاومة في القمح تجاه الإصابة بالبياض الدقيقي: النوع الأول مقاومة خصوصية السلالة(مقاومة عمودية) حيث تظهر من مرحلة البادرة وتستمر

طيلة مراحل النمو إلا أنها تكون فعالة ضد سلالات معينة من الممرض دون اخرى، كما انها يمكن ان تكسر بظهور السلالات الضارية وهذه محكومة وراثيا بـ 33 أليل في 24 موقع جيني؛ النوع الثاني هو مقاومة النبات البالغ (مقاومة افقية) حيث تنشط مع بلوغ النبات ولا تكون فعالة في عمر البادرة، وأنها محكومة بـ 2 – 3 جينات، إلا انها تكون باقية لسنوات طويلة(Liu *et al.*،2001). ومن خلال التضريب بين صنف القمح المقاوم للبياض الدقيقي (Saar) مع صنف حساس للإصابة (Avocet- *YrA*) بين التحليل الوراثي الكمي والنوعي أن ثمة 4 جينات مقاومة تراكمية التأثير، واحد ثانوي من الصنف الحساس و3 من الصنف المقاوم(Lillemo *et al.*،2006).

الفطر المرض (Pathogen): *Blumeria graminis* f. sp. *Tritici*

***(=Erysiphe graminis f. sp. tritici)* الشكل الكونيدي (*Oidium monilioides*).**

ينبت كل من البوغ الكيسي أو الكونيدات في رطوبة نسبية بين 85 و100 ٪ دون الحاجة الى الماء الحر. يتكون إنبوب إنبات يخترق جدران خلايا البشرة بتكوين عضو لاصق حيث يكوّن ممصات في خلايا البشرة بينما ينمو الغزل الفطري على سطح النبات. يكوّن الغزل الفطري حوامل كونيدية تحمل كونيدات في سلاسل. كما يكوّن الغزل الفطري في مراحل متأخرة أجسام ثمرية كيسية من نوع الثمار المغلقة عند نضجها تكون بنية داكنة الى سوداء. جدار الثمرة المغلقة يحمل زوائد على شكل خيوط فطرية سائبة. يحرر الجسم الثمري عند تفتحه 15 الى 20 من الأكياس، وكل كيس يحتوي 8 أبواغ كيسية.

إن تعدادات الفطر *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* تضم ضروب مختلفة وراثيا تتمكن من إصابة أصناف مختلفة من القمح وهي تتطور وتظهر بإستمرار (Shi *et al.*،1998). ففي المغرب مثلا تتالف من معقد من الضروب الأمراضية (Pathotypes) حيث ان 87 ٪ من العزلات تمتلك 5 أو اكثر من جينات الضراوة(Imani *et al.*،2002) كما انها تختلف ضمن البلدان الأوربية وأن احد الضروب في بريطانيا يحمل 6 جينات ضراوة (Clarkson،2000).

في دراسة مقارنة لتطور الإصابة ورد فعل النبات الدفاعي في عدد من أصناف القمح المقاومة والحساسة خلال الـ10 الى 48 ساعة الأولى من التلقيح، تبين ان النباتات المقاومة تكوّن مزيدا من الأغماد التي تعيق تقدم الخيط الفطري في جدار الخلية النباتية، وتراكم بيروكسيد الهيدروجين قرب هذه التراكيب وتفاعل فرط الحساسية الذي يؤدي الى موت الخلية المصابة في النباتات المقاومة الذي يحفز بعد فشل الغمد من إعاقة الفطر (Li *et al.*، 2005).

ويمكن ان تلقي معاملة نباتات القمح بالسيليكون بعض الضوء على آلية المقاومة حيث أنها تؤدي الى إحداث دفاعات خلوية موضعية فعالة بضمنها تكوين الغمد المعيق لتقدم الخيط الفطري وتكوين الكالوس وفينولات سكرية(Bélanger *et al.*، 2003).

السيطرة على المرض (Control)

1. إعتماد الأصناف المقاومة، آخذين بنظر الأعتبار متابعة ظهور سلالات المرض الجديدة وبالتالي إستخدام الأصناف المقاومة لها.

2. إستخدام التسميد الكيميائي المتوازن NPK وعدم التركيز على التسميد النتروجيني الذي يزيد من النمو الخضري ويشجع الإصابة.

3. في الحقول التي تعاني من إصابات جدية ومتكررة بالمرض يتوجب إستخدام الحراثة المكثفة بما يؤمن دفن بقايا النباتات المصابة وعدم فسح المجال لنمو نباتات القمح التلقائية، وذلك من اجل تخفيض كمية اللقاح الأولي.

4. إستخدام المكافحة الكيميائية بما يؤمن وقاية الورقتين الأخيرتين على الأقل واللتان تسهمان في مليء الحبوب.

أمراض الفطر Alternaria

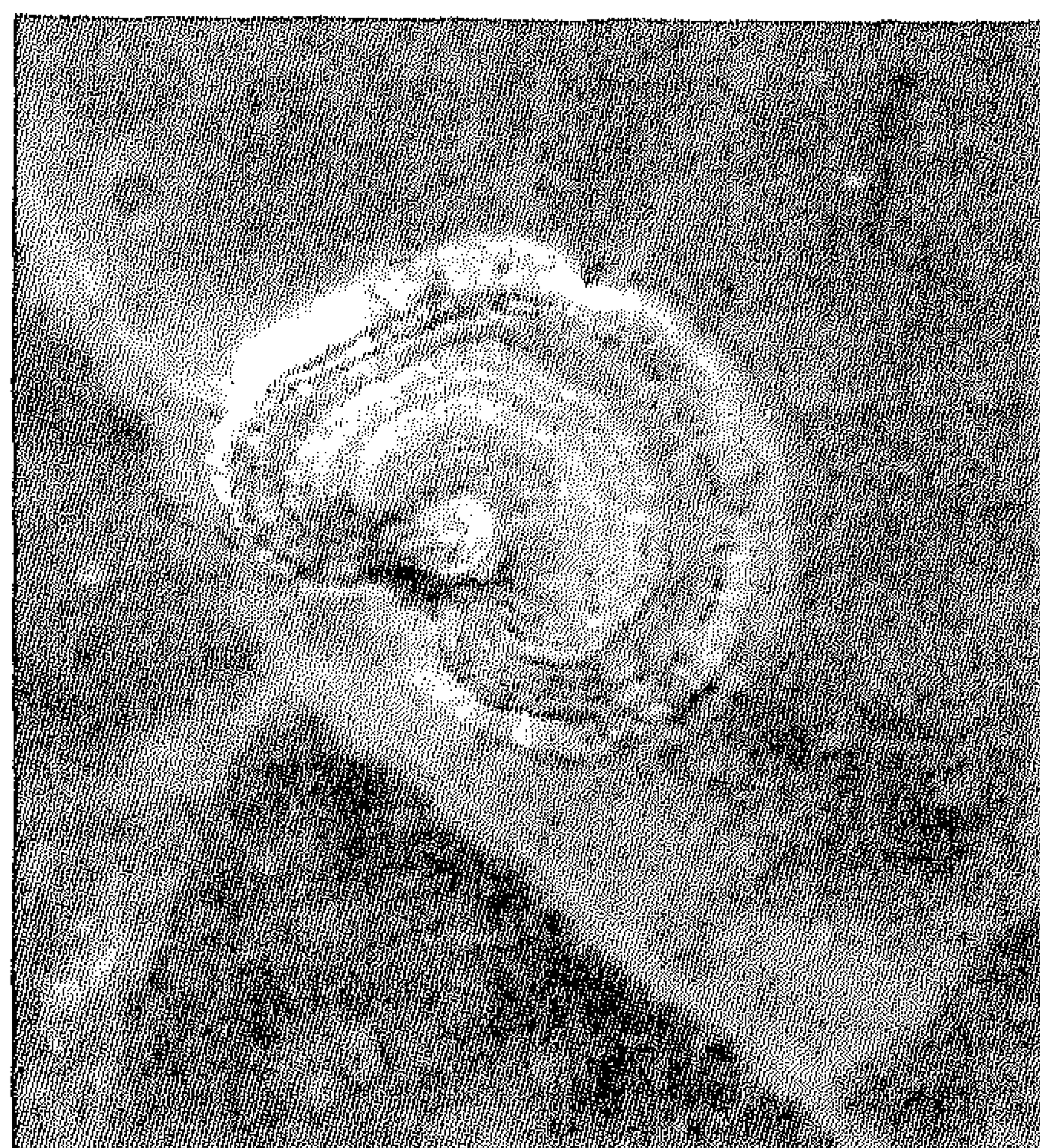
Diseases Caused by Alternaria

فطريات *Alternaria* هي مجموعة من الفطريات الرمية لكن بعضها أمتلك قدرات أمراضية على النباتات. فطريات *Alternaria* من الفطريات الناقصة، لكن بعض أنواعها تمثل الطور الكونيدي للجنس الكيسي *Pleospora* وكذلك الجنس *Leptosphaeria* (Thomma،2003).

تسبب فطريات *Alternaria* عددا من الأمراض الشائعة والمهمة على أنواع مختلفة من النباتات بضمنها الخضروات وأشجار الفاكهة ومحاصيل الحبوب ونباتات الزينة والأدغال في جميع انحاء العالم. يمكن ان تصيب هذه الفطريات الأوراق والسيقان والثمار والدرنات والجذور وكذلك البذور. تسبب الأنواع الممرضة أمراض التبقع ولفحة الأوراق، كما تسبب الإصابات الكامنة أمراض ما بعد الحصاد وإذا كانت على البذور تسبب أمراض تسقيط البادرات(Thomma،2003).

الأعراض (Symptoms)

تهاجم فطريات *Alternaria* الأجزاء الهوائية عادة. ففي الخضروات الورقية، تبدأ الأعراض بظهور بقع صغيرة، دائرية، داكنة تكبر مع تطور المرض لتصل الى قطر حوالي 1 سم او اكثر، بينما يتحول لونها الى رمادي أو رمادي – دباغي أو اسود. وعادة تتميز بقع الفطر *Alternaria* كونها تظهر دوائر متراكزة كما في الشكل 10.6 تشبه لوحة التصويب، كما يمكن ان تتغطى البقع بنمو فطري رقيق اسود ينتج عن نمو الفطر وتكوينه للكونيدات على الأنسجة الميتة.



شكل 10.6: بقعة لوحة التصويب على اوراق النباتات الصليبية المميزة لأصابة الفطر ***Alternaria***

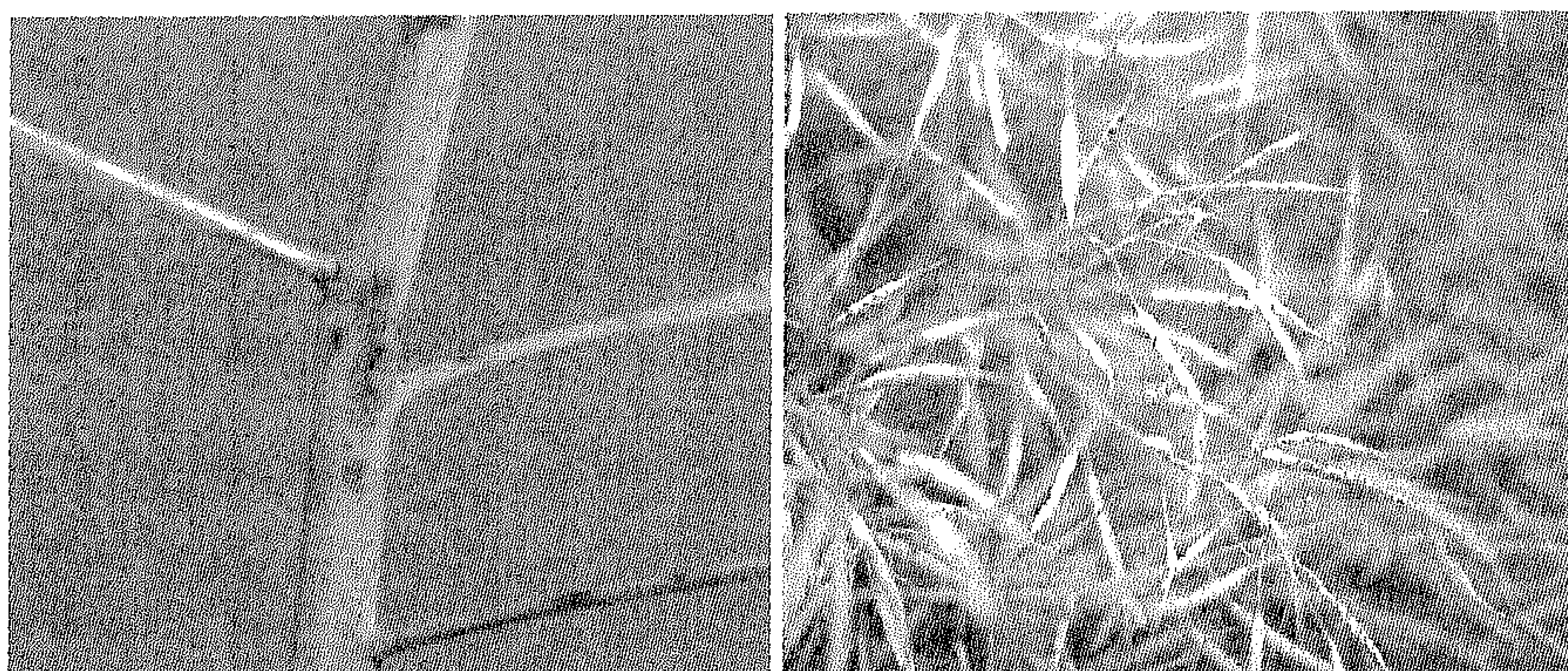
عن:
http: //www.canola-council.org/slides/pests/diseases/diseases.html

وينتج العديد من انواع *Alternaria* سموم تنتشر على مقدمة من الغزل الفطري فتؤدي الى ظهور هالة صفراء على الأنسجة الحية المحيطة بالبقعة. وتظهر إصابات الفطر على الجذور والدرنات والسيقان والثمار قروح غائرة داكنة تتغطى بكونيدات الفطر السوداء (شكل 10.7)(Laemmlen،2001).

الفطر الممرض (Pathogen): *Alternaria* spp .

الغزل الفطري مقسم داكن اللون يحمل الكونيدات بصورة مفردة أو في سلاسل بسيطة أو متفرعة وبطريقة أكروباتية على حوامل كونيدية قصيرة قائمة. الكونيدات كبيرة، متعددة الخلايا، مقسمة بجدران طولية وعرضية ويمكن ان تحمل في بعض الأنواع زائدة تسمى المنقار (Beak)، شكلها في الغالب هراوي أو كروي. تنتشر كونيدات هذه الفطريات بواسطة تيارات الهواء وتعتبر من ملوثات الأوساط الزرعية والمزارع المكروبية لوجودها الشائع في الهواء. تتواجد هذه الفطريات بالأضافة الى ذلك في التربة بهيئة

كونيدات او غزل فطري حيث تنمو بشكل رمي على المواد العضوية. ويمكن ان تحمل على البذور مسببة أمراض تسقيطالبادرات. تهاجم هذه الفطريات النباتات الضعيفة أو الشائخة او المعرضة لعوامل الإجهاد المنخفضة المقاومة أو المحتوية على الجروح. علما ان الفطر يخترق البنات مباشرة او عبر الفتحات الطبيعية أو من خلال الجروح.



شكل 10.7: إصابة القرون بالفطر *Alternaria* (يمين) وقروح الساق المتسبب عن الفطر *Alternaria*(يسار)

عن:

http: //www.canola-council.org /slides /pests /diseases /diseases.html و

يضم الجنس *Alternaria* عددا من الأنواع المسببة لأمراض النبات:

(Alternaria alternata A. teniu): التبقع البني في الحمضيات(Akimitsu *et* *al.*،2003).

A. limicola: التبقع على الليمون المكسيكي أو ما يعرف بـ

(Akimitsu *et al.*،2003) foliar.

A. brassicae و*A. brassicicola* و*A. herculea* و*A. olercea* و*A. cucumerina*:

تسبب مرض التبقع في النباتات الصليبية(Laemmlen،2001؛ Kucharek،2000؛ Mercure،1998).

A. dauci: يسبب مرض لفحة الأوراق في الجزر.

A. radicina: يسبب مرض التعفن الأسود في الجزر.

A. solani: يسبب مرض اللفحة المبكرة على الطماطة والبطاطا(Laemmlen،2001).

على نباتات الزينة:

A. alternata على الجيرانيوم والأقحوان وكلاركيا والجصية (Gypsophila)

A. dianthicola و*A. saponariae* على القرنفل

A. raphani على Matthiola

A. alternata على الجيرانيوم

A. pittospori و*A. tenuissima* على البرتقال الكاذب (*Pittosporum*) وزهرة الثالوث (Pansy).

A. zinniae على الزينيا.

A. gomphrenae على نبات *Gomphrena*

A. tagetes على نبات القديفة (Marigold)(Chase،1998)

A. panax على الجنسة (Ginseng) (Anonymous،2003)

أمراض الفطر Alternaria على الحمضيات

Alternaria **Diseases on Citrus**

يسبب الفطر *Alternaria* أربعة أمراض على الحمضيات هي: التبقع البني على اليوسفي (المندرين Tangerines) وهجنه ومرض تبقع الأوراق الألترناري على الليمون الخشن ومرض التعفن الأسود على الحمضيات ومرض Mancha Foliar على الليمون المكسيكي.

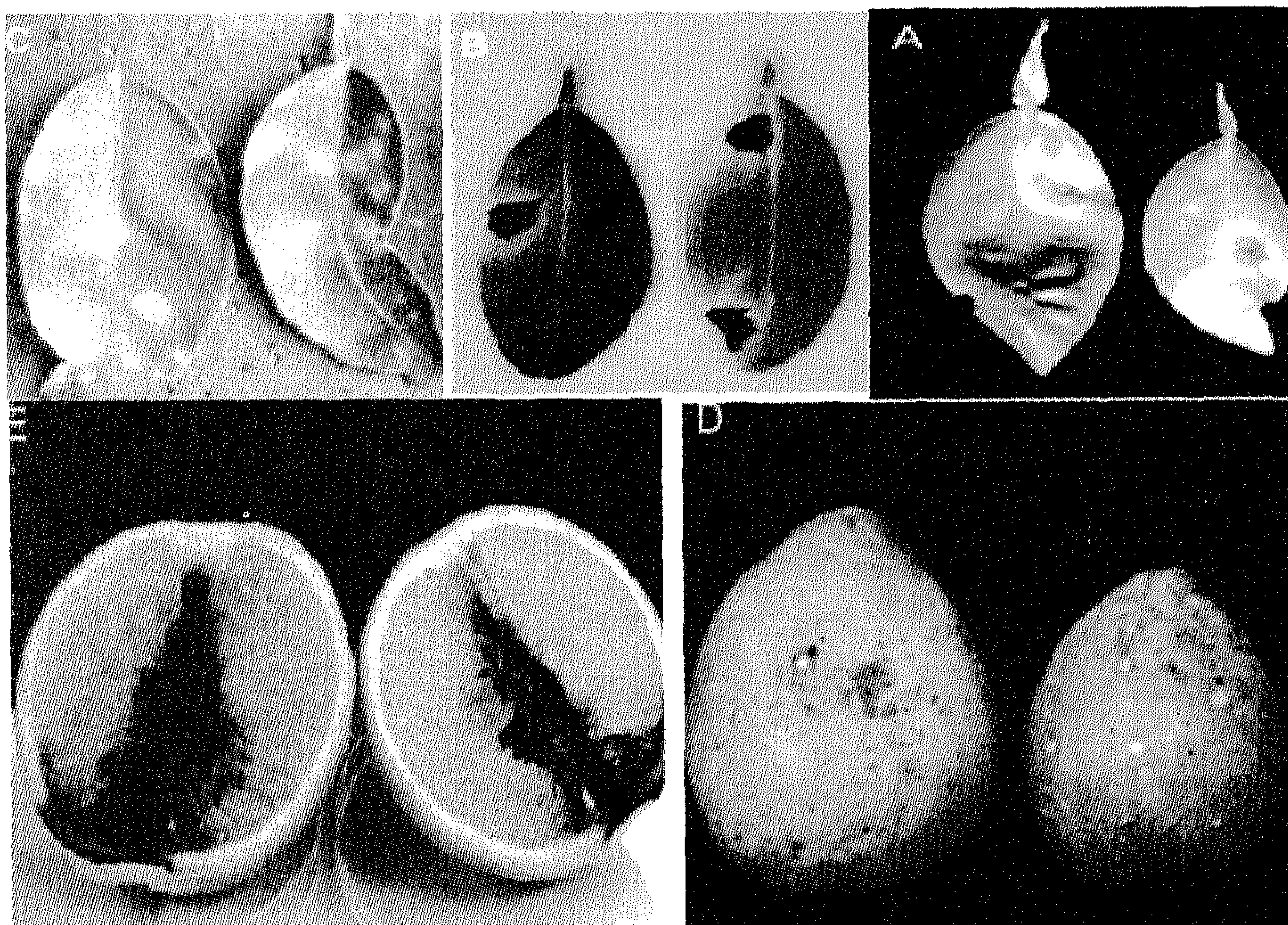
1. مرض التبقع البني (Brown Spot)

يتسبب المرض عن الإصابة بالفطر *A. alternata* لأشجار اليوسفي والهجن الناتجة عنه وهو يؤثر في الأوراق والأغصان والثمار. يمكن ان ينتشر المرض بصورة وبائية كما حصل في البرازيل والأرجنتين (Peres *et al.*،2003). يمكن ان تظهر الأعراض بعد 24 ساعة من التلقيح بالفطر، حيث تظهر على الأوراق بقع دقيقة بنية الى سوداء تتوسع لتشمل مناطق واسعة من الورقة، ولكون الفطر منتج للسم الخصوصي العائل

ACT-toxin (Kohmoto *et al.*،1993) فإنه يمكن ان يقتل الورقة حتى لو لم تغزى كلها من قبل الفطر. يمكن ان تمتد أعراض الأصفرار والنخر مع إنتشار السم من اعلى الى اسفل. على الأوراق الناضجة تظهر القروح البنية محاطة بهالة صفراء (شكل A 10.8) وغالبا ما تسقط الأوراق المصابة. تظهر الأغصان الحديثة المصابة قروح بنية بقطر 1 – 10 ملم، وتموت تراجعيا خصوصا إذا سقطت اوراقها. أما على الثمار فتظهر قروح بنية الى سوداء، صغيرة الى كبيرة بما يشبه فوهة البركان (شكلD10.8). تسقط الثمار الشديدة الإصابة أما الباقية فتكون منخفضة القيمة التسويقية. يكوّن الفطر الكونيدات (شكل10.9) على البقع القديمة الإصابة، ويشجع تكوين الكونيدات بواسطة المطر في المناطق الرطبة، أما في المناطق التي تقل فيها الأمطار وقت إنتشار المرض كما في مناطق شرق المتوسط فإن إنخفاض الرطوبة النسبية المفاجيء يشجع عملية تكوين الكونيدات. عند سقوط الكونيدات على الأوراق فإنها تنبت بوجود ماء الندى. الإختراق يتم مباشرة أو عبر الثغور بتكوين عضو لاصق(Solel & Kimchi،1998) في مناطق معينة ومن خلال الثغور بدون عضو لاصق في مناطق أخرى (Bhatia *et al.*،2002). فترة بلل من 10 الى 12 ساعة ودرجة حرارة 27 مْ هي الظروف البيئية المناسبة لحصول المرض بينما لايحصل في فترات بلل اقل ودرجة حرارة 32 مْ فأكثر(Timmer *et al.*،2000؛ Timmer *et al.*،2003).

2. مرض التعفن الأسود (Black Rot)

وهو من أمراض مابعد الحصاد، يصيب الثمار لجميع انواع الحمضيات. يشيع المرض في المناطق شبه الجافة لأن الفطر *Alternaria* يكثر في مثل هذه البيئات على النباتات وكمستنبت ورمي مقارنة بالبيئات الرطبة. وتشيع الإصابة على البرتقال أبو سرة لأن الفتحات الطبيعية تكثر مع نمو السرة.



شكل 10.8: أعراض التبقع البني على أوراق A)) **Minneola tangelo**، التبقع الألترناري على اوراق الليمون الخشن (B)، أعراض **Mancha Foliar** على أوراق الليمون المكسيكي (C)، أعراض التبقع البني على ثمار(D **Minneola tangelo** أعراض التعفن الأسود على ثمار البرتقال الحلو (E).

عن: (**Timmer** et al.، **2003**)

كما ينتشر على الليمون المخزون في المخازن المبردة لفترات طويلة. يتسبب المرض عن الإصابة بأي من انواع *Alternaria* الصغيرة الكونيدات، بما فيها الأنواع الرمية وتلك التي تعيش على اوراق النبات وأنواع *Alternaria* الممرضة لأنواع الحمضيات الأخرى(Peever *et al.*،2005) والقادرة على إنتاج إنزيم Endopolygalacturonase (Isshiki *et al.*،2001). يصيب الفطر عويميد الثمرة المركزي من خلال الجروح أو الشقوق الطبيعية، دون ظهور أعراض خارجية، وإن ظهرت فتكون بشكل بقعة بنية الى سوداء صغيرة على النهاية الزهرية للثمرة وتظهر الثمرة المصابة بلون أكثر بريقا بسبب تكون غاز الأثيلين نتيجة للإصابة. يؤدي نمو الفطر الى تعفن لب الثمرة المصابة (شكل E10.8). علما أن الفطريات المسببة لهذا المرض لا تنتج سموم خصوصية العائل (Timmer *et al.*،2003).



شكل 10.9: كونيدات الفطر A. alternata (**250X**)
عن: (Timmer et al.**،2003)**

3. مرض تبقع الأوراق الألترناري على الليمون الخشن

يصيب هذا المرض الليمون الخشن وليمون Rangpur وتكمن أهميته التجارية في مشاتل الحمضيات حيث ان هذين الصنفين من الحمضيات يستخدمان اساسا كأصول في بساتين زراعة الحمضيات. اعراض المرض مشابهة لما يظهر على أوراق اليوسفي لكنها تظهر بعد 3 ايام من التلقيح بالفطر(شكل B10.8) وعلى الثمار تكون فقط بشكل لطخات بنية صغيرة. الطراز الأمراضي من *Alternaria* الذي يسبب هذا المرض ينتج

سموم من نوع ACR-toxin (Masunaka *et al.*،2005) بالأضافة الى ACRL-toxin (Masunaka *et al.*،2005 ; Timmer *et al.*،2003).

4. مرض Mancha foliar

يصيب المرض بالأساس الليمون المكسيكي وأيضا الكريب فروت والبرتقال أبو سرة وليمون تاهيتي، لكنه نادرا ما يسبب خسائر كبيرة، بينما معظم أصناف الحمضيات الأخرى تكون مقاومة للمرض.

تظهر الأعراض على الأوراق بشكل قروح صغيرة، بنية محمرة محاطة بهالات صفراء (شكل C10.9). يتسبب المرض عن الإصابة بالفطر *A. limicola* ويتميز بتكوينه لكونيدات كبيرة الحجم وذات منقار طويل، مقارنة ببقية انواع *Alternaria* التي تكون صغيرة الحجم. كما يكوّن الفطر سموم غير خصوصية العائل.

السيطرة على المرض (Control)

1. الطرق الزراعية: تجنب الري بالرش وإعتماد الري الأرضي تحت الشجرة. مباعدة الأشجار والتقليم من اجل مزيد من التهوية. تجنب الري والتسميد النتروجيني الزائد لتقليل حجم الأنسجة الحساسة للإصابة. إستخدام مساطب شتلات جديدة خالية من الفطر.

2. أستخدام الأصناف المقاومة، والبحث عن اصناف مقاومة علما ان صفة المقاومة ضد الفطر *Alternaria* محكومة بجينات متنحية(Timmer *et al.*،2003).

2. المكافحة الكيميائية: هناك العديد من المبيدات الفطرية المؤثرة مثل الدايثيوكاربامات ومركبات النحاس وغيرها، لكن المواد التي تنتج Phosphites أو حامض السلسليك تبدو واعدة في هذا المجال (Sadowsky *et al.*،2002).

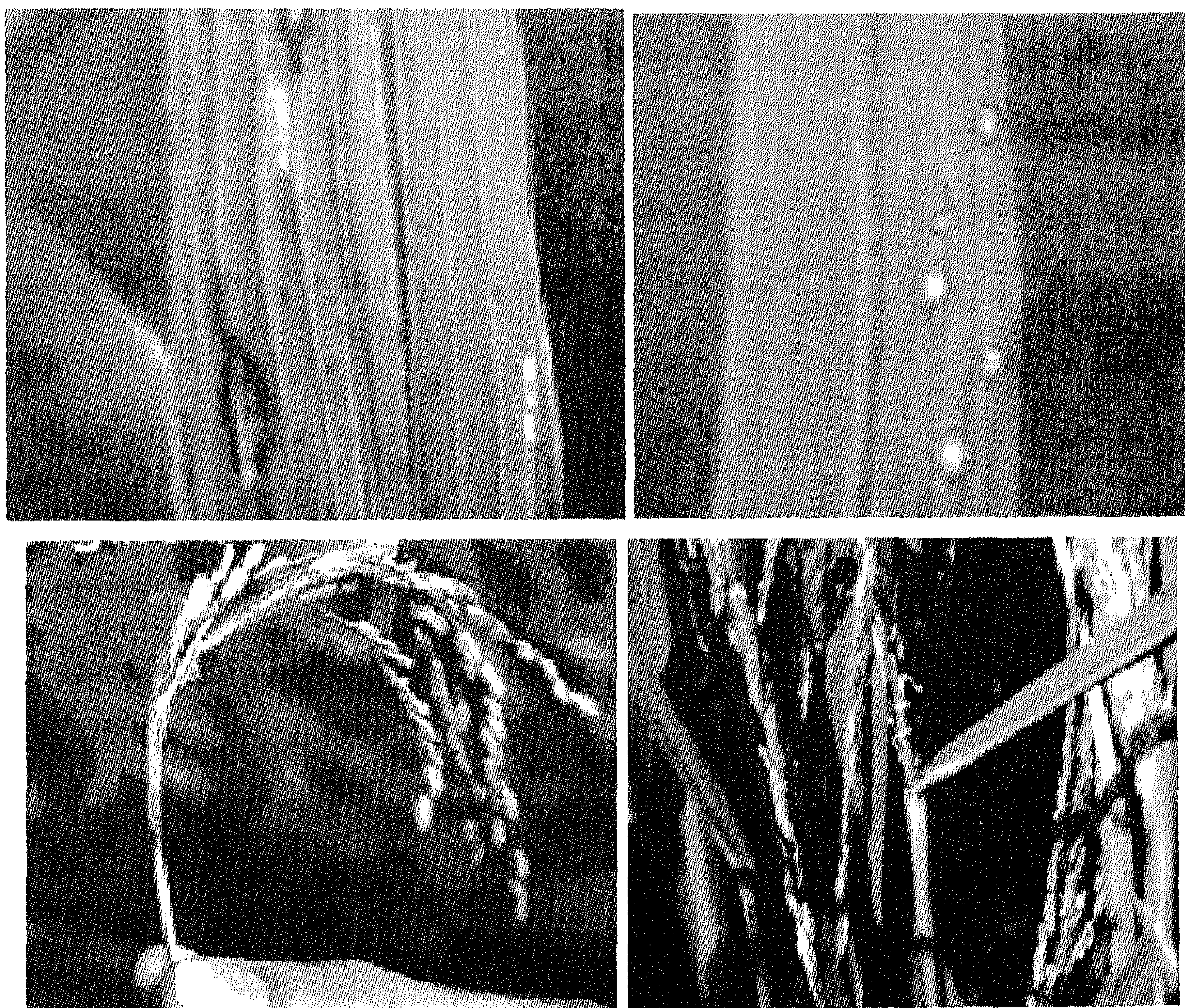
مرض الشرى على الرز Blast of Rice

يعتبر هذا المرض من اخطر أمراض الرز على نطاق العالم، ويسبب سنويا خسائر بمحصول الرز تكفي لأطعام 60 مليون إنسان (Brahic،2005؛ Chen،2001؛ Elazegui *et al.*،2002). ينتشر المرض في المناطق الأستوائية حيث توجد أبواغ الفطر في الهواء طيلة العام مما يؤدي الى إستمرار حدوث المرض، وفي المناطق المعتدلة يشتي الفطر بهيئة غزل فطري أو أبواغ على بقايا النباتات المصابة أو في البذور.

يمكن ان يصيب الفطر إضافة الى الرز عددا من المحاصيل مثل القمح والشعير والذرة والذرة البيضاء إضافة على عدد كبير من الأدغال بضمنها الدنان (*chinochloa crus-galli*) و*Agropyron repens* و*Agrostis palustris* و*A. tenuis* و*Alopecurus pratensis* و*Andropogon* sp. و *Anthoxanthum odoratum* و*Arundo donax* و*Avena byzantina* و*A. sterilis* و*A. sativa* و*Brachiaria mutica* و*Bromus catharticus* و*B. inermis* و*B. sitchensis* و*Costus speciosus*، *chikushichloa aquatica*، *Canna indica* *C. compressus*، *Cyperus rotundus* *Cynodon dactylon*، *Curcuma aromatica*، *Eragrostis* sp.، *Eleusine indica*.، *Digitaria sanguinalis*، *Dactylis glomerata*، *F. arundinacea*، *Festuca altaica*، *Eriochloa villosa*، *Eremochloa ophiuroides*، *Hierochloe odorata*، *Glyceria leptolepis*، *Fluminea* sp.، *F. rubra*، *F. elatior*، *L. oryzoides*، *L. japonica*، *Leersia hexandra*، *Hystrix patula*، ، *Holcuslanatus*، *Musa* sp.، *Muhlenbergia*، *L. perenne*، *L. multiflorum*، *Lolium italicum*، *P. ramosum*، *Panicum miliaceum*، *Oplismenus undulatifolius*، *sapientum*، *P. canariensis*، *Phalaris arundinacea* L.، *Pennisetum typhoides*.، *P. repens*، *Secale* *Saccharum officinarum*، *P. trivialis*، *Poa annua* L.، *Phleum pratense*، *Zingiber* ، *Stenotaphrum secundatum*، *S. viridis*، *Setaria italica*، *cereale*، *mioga*، *Z. officinale*، *Zizania latifolia*. (Catindig & Oña،2003).

الأعراض (Symptoms)

تظهر الأعراض على الأوراق واغمادها والعقد والعنقود الزهري بشكل قروح ماسية الشكل ذات نهايات مدببة. مركز القرحة يكون رمادي او مائل للبياض محاط بحافة بنية او بنية محمرة، تتوسع البقعة طوليا.. تحت الظروف الملائمة لتطور المرض يمكن ان يهاجم الفطر النبات في مرحلة التفرع مؤديا الى قتله. كما يهاجم الفطر قواعد الأوراق مسببا تعفن العنق. ويصيب العنقود الزهري مؤديا الى ما يعرف بلفحة العنقود الزهري (شكل 10.10)(Sciumbato & Street.؛ 2002، Elazegui *et al.*).



شكل 10.10: الأعراض على الورقة (الأولى والثانية يمين) وعلى قواعد الأوراق (أسفل يمين) وعلى العنقود الزهري (اسفل يسار)

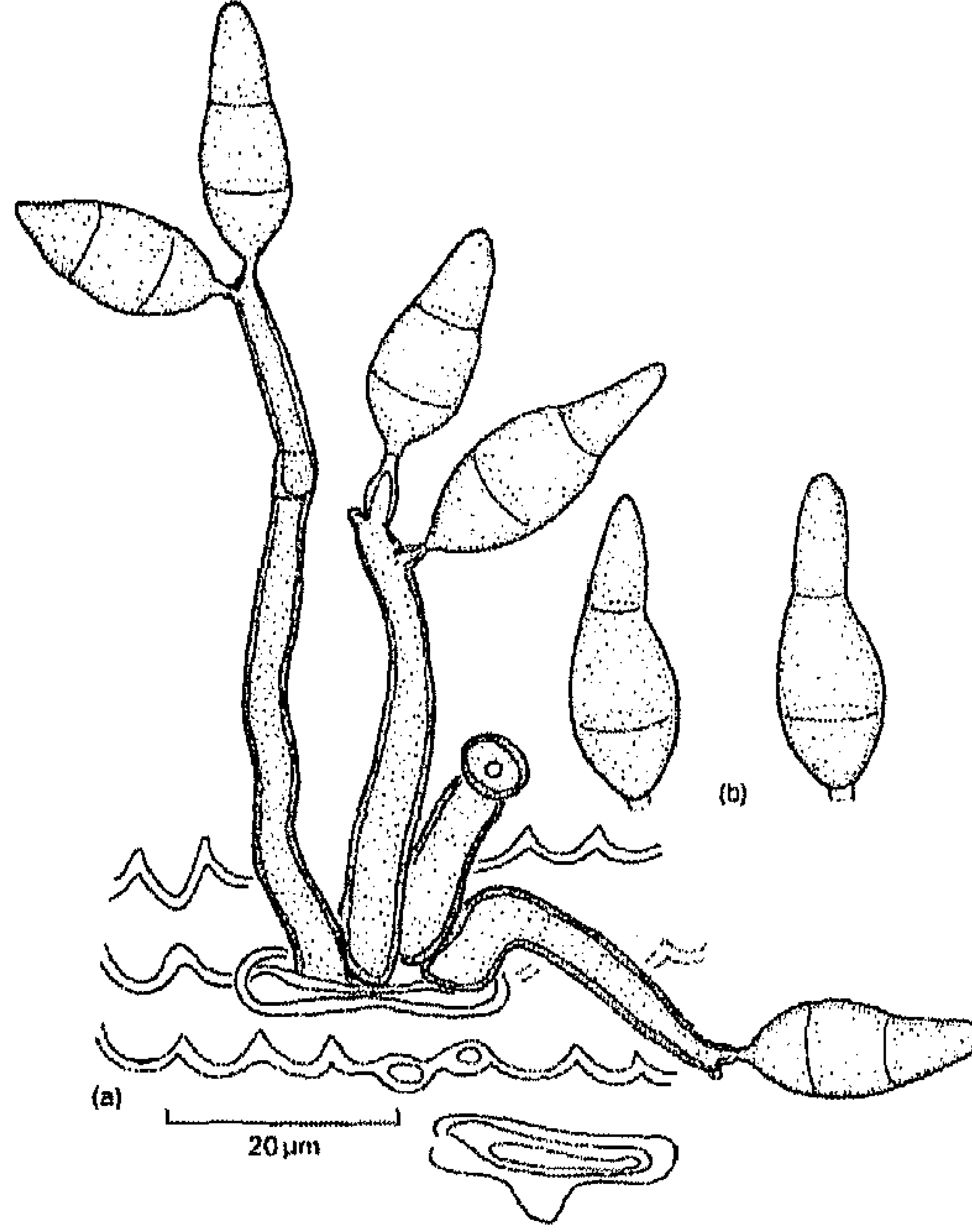
عن: (Sciumbato & Street)

الفطر الممرض (Pathogen): *Magnaporthe grisea* الشكل الكونيدي: (*Pyricularia oryzae*

الغزل الفطري مقسم يكوّن حوامل كونيدية رمادية، مقسمة (2 – 4 حواجز عرضية) ويكون منتفخ القاعدة ويستدق نحو القمة. على النباتات المصابة، تتكون الحوامل الكونيدية في مجاميع تخرج من الثغور. يحمل الحامل الكونيدي على نهايته كونيدات مفردة، كمثرية الشكل مقسمة عرضيا بحاجزين، شفافة قليلة التلون (شكل 10.11)(Catindig & Oña،2003).لم يعثر على الطور الجنسي للفطر في الطبيعة كون جميع العزلات من الحقل هي من الطراز التزاوجي (الذكري) نفسه، لكن مزاوجة عزلات مناسبة في المختبر مكن من الحصول على الطور الجنسي للفطر(Agrios،1997). في هذا الإتجاه وجد أن 67 ٪ من عزلات الفطر التي جمعت من حقول الرز في تايلند هي غير خصيبة عند مزاوجتها مع طرز تزاوجية خنثية معروفة ووجدت عزلات خصيبة يسود فيها الطراز التزاوجي MAT1–2 على MAT1–1 وفي كليهما تسود الخصوبة الذكرية (العقم الأنثوي)، مع ذلك وجدت عزلات خنثية أو خصيبة الأنثوية ولكن منخفضة الخصوبة (Mekwatanakarn *et al.*،1999). ويبدو ان الدورة النظير جنسية (Parasexuality) تعمل في هذا الفطر (Zeigler *et al.*،1997) وربما تكون مصدرا للتغاير.

ونظرا لأهمية الفطر، أتخذ كنموذج للفطريات المرضة للنبات وتم كشف الجينوم الكامل له وتبين ان الفطر يمتلك عدد من الإنزيمات المحللة للمواد الشمعية التي تغطي البشرة لنبات الرز، كما ان الفطر يمتلك عدد كبيرا من الجينات التي تمكن الفطر من التكيف مع ظروف البيئة المختلفة وبعض منها تقدح عند التماس مع النبات العائل. كما كشفت دراسة جينوم الفطر سلوك الفطر طريقا (مبتكرة) للتمويه على قدرة النبات على كشف مثيرات (Elictors) الفطر بمساعدة فايروس يعيش داخل خلايا الفطر ويحشر الـ DNA الفايروسي ضمن DNA الفطر. وبهذه العملية يصعب على النبات كشف DNA الفطر المختلطة كما يستفيد الفايروس من نجاح الفطر في تحقيق الإصابة حيث ينمو الفطر ويستنسخ الفايروس (Brahic،2005؛ Dean *et al.*،2005). ويمتلك الفطر طرزا

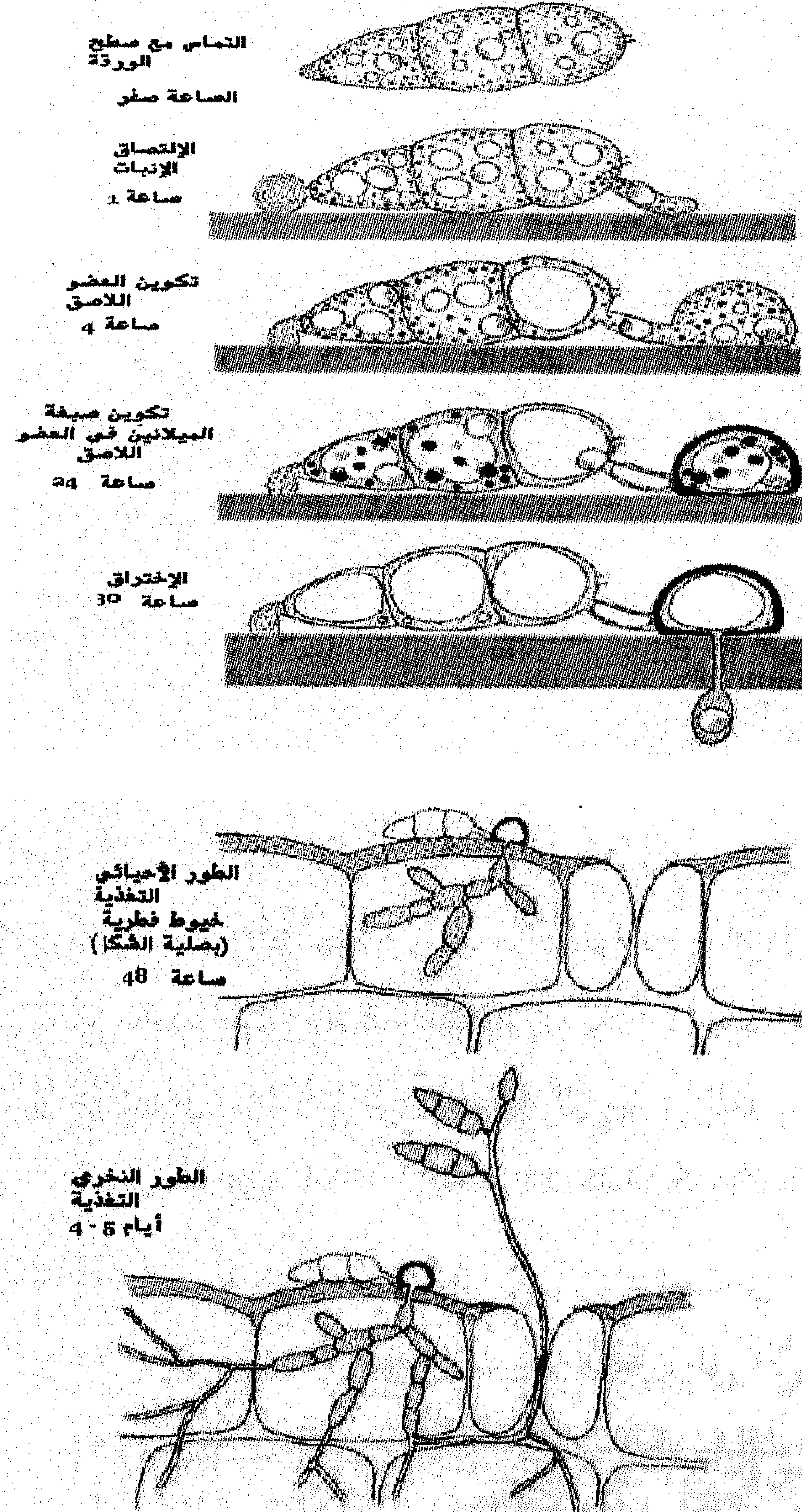
أمراضية كثيرة، فقد وجد ان للفطر أكثر من 344 طرازا أمراضيا جمعت من حقول الرز في وسط وجنوب الصين(Chen،2001).



شكل **10.11**: رسم تخطيطي للفطر *Magnaporthe grisea*. الحوامل الكونيدية تبزغ من ثغور ورقة الرز المصابة وكونيدات الفطر المنفصلة

عن: **(Webster & Weber،2007)**

تطور المرض (Development of Disease)



شكل 10.12: خطوات الإصابة بالفطر *Magnaporthe grisea*.

عن: (Webster & Weber،2007)

يتمثل مصدر اللقاح الأولي للفطر ببقايا النباتات المصابة والنباتات العائلة المصابة القريبة والبذور المصابة أو الملوثة بالفطر حيث تنتج بادرات مصابة أو تكون مصدرا للقاح(Guerber & TeBeest،2006). عند سقوط كونيدات الفطر على سطح النبات الحساس، وإلتصاقها به والتعرف عليه، تنبت الكونيدات مكونة إنبوب إنبات يكوّن عضو لاصق وهذا يساعد على تكوين ضغط إمتلاء كبير جدا ناشيء عن تراكم الكليسرول (De Jong *et al.*،1997) حيث يكافيء الضغط المتولد على الغواص تحت عمق 2500 قدم (Valent،2004). هذا الضغط سيولد القوة اللازمة لتمكين بروز الإختراق من تحقيق الإختراق الذي ينشأ من العضو اللاصق ويخترق الأدمة وجدران خلايا النبات. وخلال إسبوع من الإختراق ينمو الفطر وينتشر في أنسجة النبات مكونا قروحا تظهر على سطح الأنسجة المصابة. تتكون على هذه القروح الحوامل الكونيدية التي تنتج آلاف الكونيدات يوميا حيث تنتشر بواسطة الهواء وتصيب انسجة ونباتات جديدة (شكل10.12).

بالأضافة الى ذلك، يتمكن الفطر من إصابة جذور نباتات الرز السليمة كما تفعل الفطريات التي تصيب الجذور، حيث يكوّن خيوط فطرية داكنة اللون تكوّن بدورها وسادة إصابة كما تفعل الفطريات المرضة للجذور ويكوّن نوعين من التراكيب " الساكنة " أحدها داخل الجذور والأخر على سطحها. كما يهاجم الفطر الجهاز الوعائي للجذر وينمو من خلاله الى الأجزاء الهوائية (Sesma & Osbourn،2004).

في المناطق المعتدلة الحرارة، يشجع حدوث المرض وتزداد شدته في الأجواء الغائمة والمطر المتكرر والرذاذ، حيث تتوفر الرطوبة النسبية العالية وبلل الأوراق. فتكوين الكونيدات يتطلب رطوبة نسبية تزيد عن 90 ٪، أما إنبات الكونيدات فيتطلب وجود الغشاء المائي ودرجة الحرارة المناسبة علما ان درجة الحرارة المثلى لإنبات الكونيدات هي 25 – 28 مْ(Catindig & Oña،2003). كما يشجع تطور المرض بالتسميد النتروجيني العالي حتى على أغلب الأصناف المقاومة والتسميد لمرة واحدة على الأصناف الحساسة (Long *et al.*،2000) الذي يزيد من طراوة الأنسجة.

السيطرة على المرض (Control)

1. الزراعة المبكرة والتسميد النتروجيني والري المعتدلين تساعد على تخفيض شدة الإصابة.

2. إستخدام الأصناف المقاومة.

3. المكافحة الكيميائية بإستخدام المبيدات النحاسية والبنزيميدولات مثل بينموميل والمبيدات الجهازية مثل Pyroquilon وTricyclazole(Agrios،1997) .

أمراض Mycosphaerella على الموز

Diseases Caused by Mycosphaerella **on Banana**

مرض Sigatoga المتسبب عن الفطر Mycosphaerella musicola

Sigatoga Disease Caused by Mycosphaerella musicola

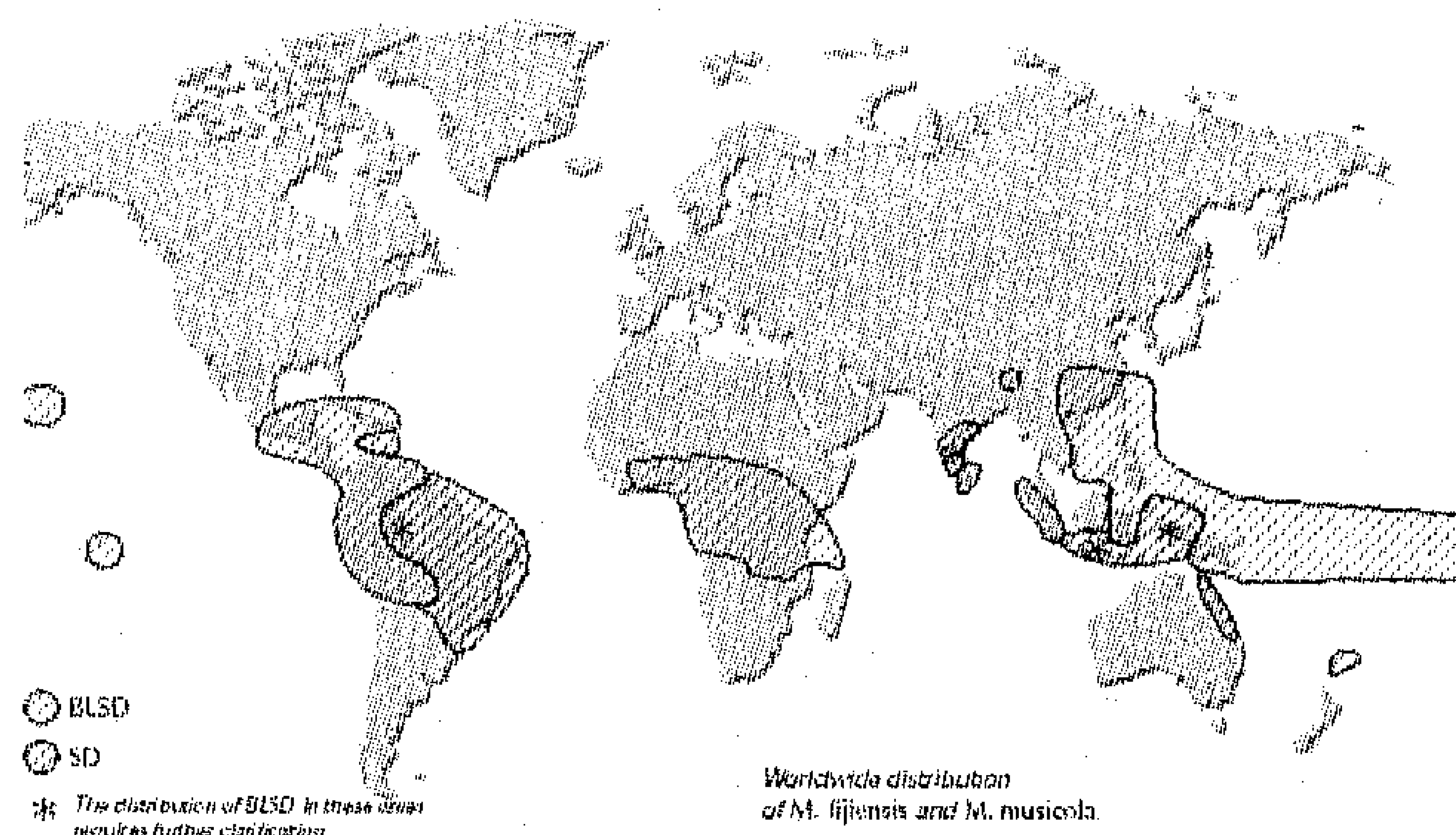
مرض التخطيط الأسود المتسبب عن الفطر Mycosphaerella fijiensis

Black Strip Caused by Mycosphaerella fijiensis

يعتبر *Mycosphaerella* من اكبر أجناس الفطريات المرضة للنبات فهو يضم أكثر من 3000 نوعا مشخصا يسبب العديد منها أمراضا مهمة إقتصاديا على النباتات كما يسبب القليل منها أمراضا على الإنسان والحيوان (Crous *et al.*،2002؛ Goodwin & Kenna،2004).

تنتشر أمراض *Mycosphaerella* على الموز وهي أمراض سيكاتوكا والتخطيط الأسود في مناطق إنتاج الموز الرئيسة في جنوب آسيا حيث نشأت الفطريات الممرضة وفي مناطق المحيط الهادىء وفي امريكا الجنوبية وافريقيا (Mourichon،2002). يعتبر المرض الأخير مدمرا على نحو خاص حيث يسبب تحت الظروف الملائمة تخفيض الإنتاج بنحو 35 – 50 ٪ كما ان العديد من الأصناف المهمة والشائعة حساسة للمرض وإن تكلفة

المكافحة الكيميائية تشكل 30 ٪ من كلفة الإنتاج (Bennett & Arneson،2003). وفي بعض المناطق الرئيسة لزراعة الموز مثل البرازيل يسبب مرض سيكاتوكا خسائر تقدر بـ 50 ٪ بينما تصل الى 100 ٪ بمرض التخطيط الأسود (Cordeiro & de Matos،2002).



شكل 10.13: إنتشار مرض التخطيط الأسود (برتقالي) ومرض سوكاتوكا (أخضر) على الموز في مناطق العالم المختلفة.
عن: (Mourichon et al. ،1997).

أنتشر مرض سيكاتوكا من مناطق نشوئه في عشرينات القرن العشرين الى أمريكا الجنوبية في ثلاثينياته وكان من العوامل المحددة لتجارة الموز. ومنذ ستينات القرن العشرين أخذ يحل محله مرض التخطيط الأسود والذي هو اكثر ضررا من مرض سيكاتوكا (شكل 10.13) (Jones،2002؛ Mourichon *et al.*،1997).

الأعراض (Symptoms)

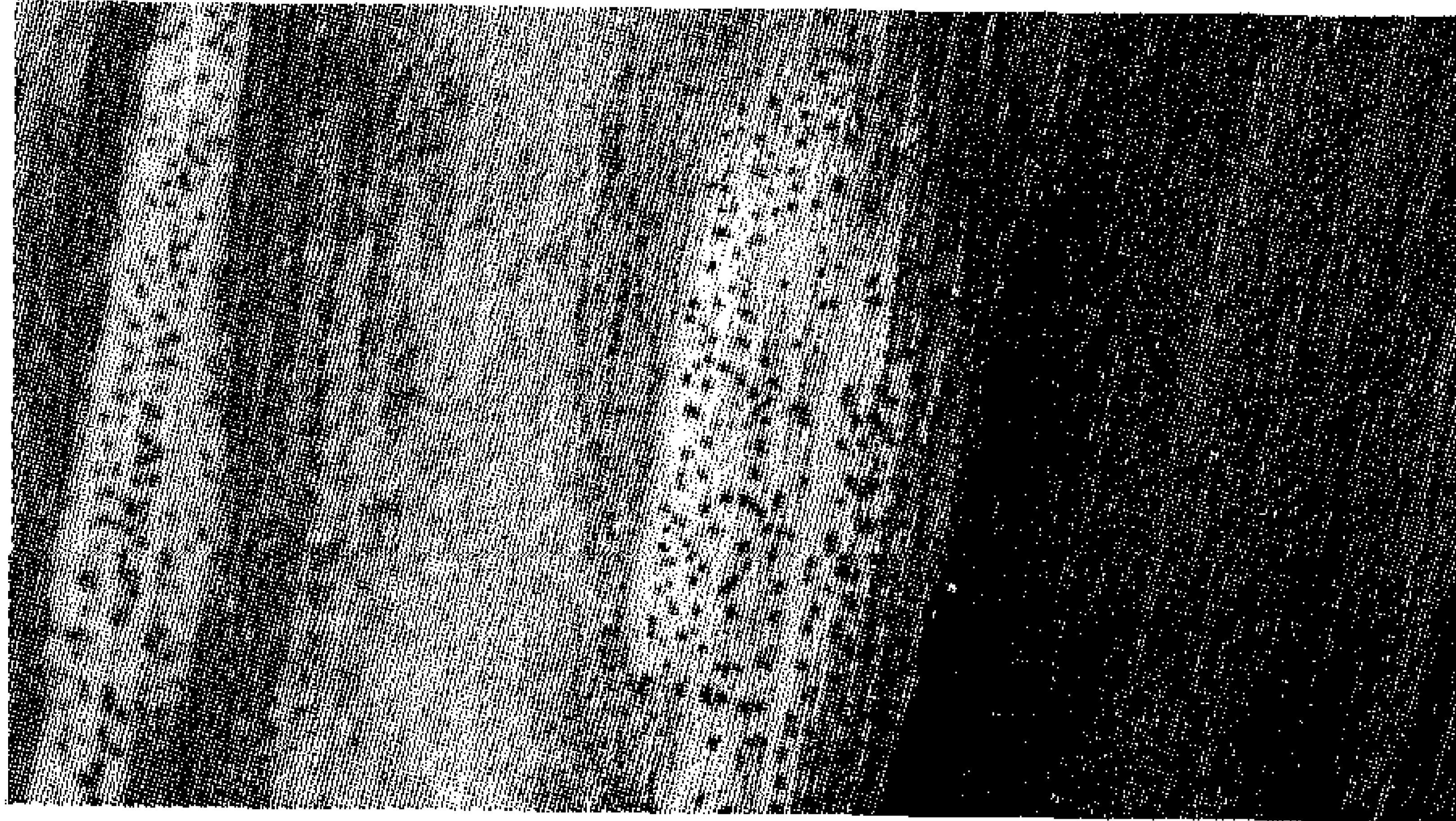
يبدأ ظهور الأعراض بمرض التخطيط الأسود بعد 14 الى 20 يوما من التلقيح بظهور بقع مصفرة صغيرة على سطح الورقة المفتوحة الثالثة أو الرابعة وفي المناطق المحيطية منها. يمكن ان يتأخر ظهور الأعراض 7 الى 14 يوما لقصر فترة بلل الأوراق حيث ان الفترة المثلى للبلل هي 18 ساعة، كما يمكن ان تتاثر بحساسية صنف الموز. تتطور البقع الى تخطيطات تتحدد بعروق الورقة. يغمق لون الخطوط مع الوقت ويمكن ان تكون مشوبة

باللون الأرجواني وتظهر على السطح العلوي للورقة. تتوسع القروح وتصبح مغزلية الى إهليليجية الشكل ولونها داكنا معطية أعراض التخطيط الأسود المميزة للمرض (شكل 10.14). أما الأنسجة المجاورة فتكون مائية المظهر خاصة في ظروف الرطوبة العالية.



شكل 10.14: بداية ظهور اعراض التخطيط الأسود على ورقة الموز (يمين) والأعراض المتطورة للمرض (يسار وتحت)
عن: (Bennett & Arneson،2003)

في الحالات الشديدة الإصابة، تصبح مناطق واسعة من الورقة مسودة ومائية وعلى هذه المناطق المنخورة وعلى الجانب السفلي، تظهر أعداد كبيرة من التراكيب الثمرية الجنسية التي هي ثمار كيسية دورقية كاذبة (Pseudothecia) بشكل اجسام كروية صغيرة سوداء تحتوي على الأكياس التي تمتليء بالأبواغ الكيسية للفطر (شكل 10.15). إن عدم مكافحة المرض يؤدي الى توسع الإصابة لتشمل أوراقا بأكملها مخفضة بذلك التركيب الضوئي وقد تؤدي الى موت النبات (شكل 10.16).



شكل 10.15: التراكيب الثمرية الجنسية للفطر *Mycosphaerella* التي تبدو كنقاط سوداء
عن: (Bennett & Arneson،2003)



شكل **10.16**: شجرة مدمرة بمرض التخطيط الأسود وحقل مصاب بمرض التخطيط الأسود عن (**Mourichon** et al.،**1997**) و
http://rds.yahoo.com/S=96062883/K=mycosphaerella/v=2/SID=w/l=IVR/SIG=11qadh3v3/EXP=1138990839/*-http%3A//www.pub.ac.za/issues/banana.htm

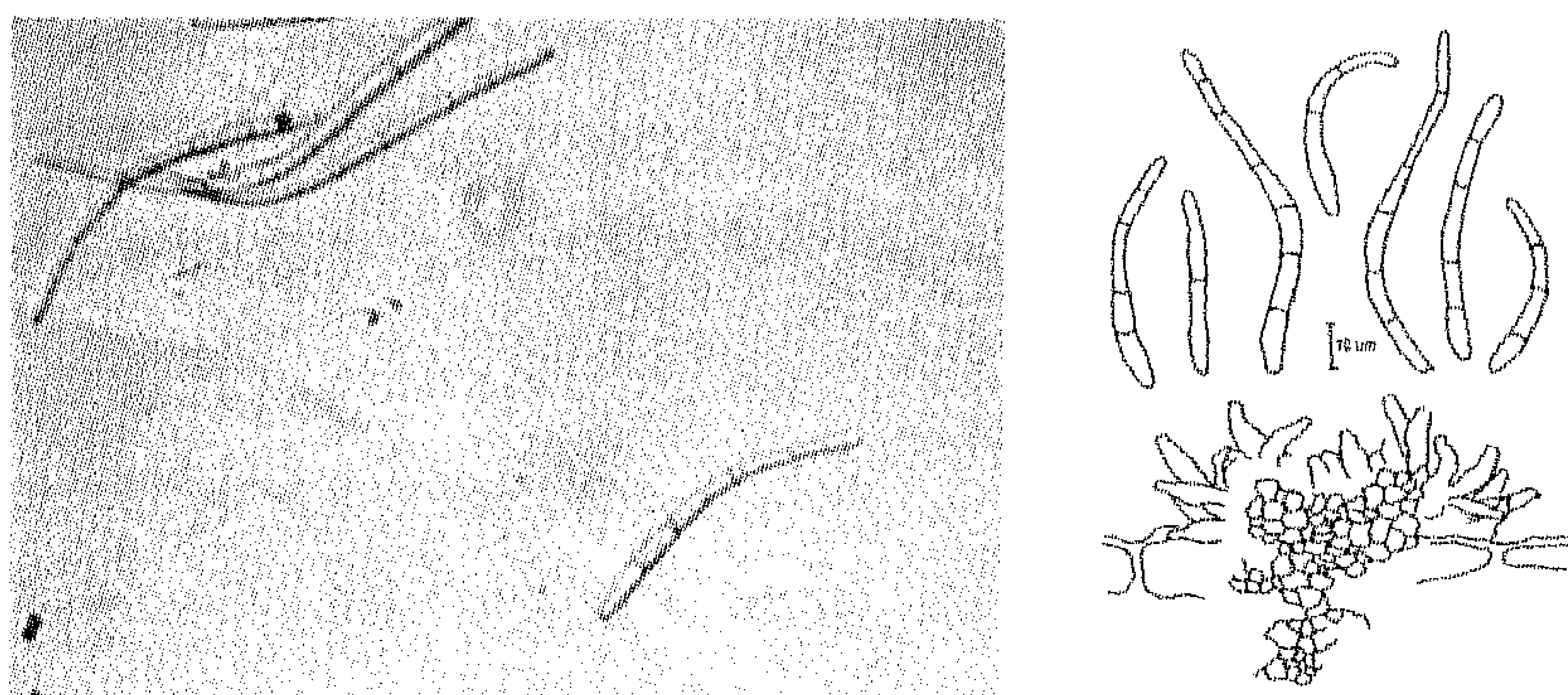
الفطر الممرض(Pathogen): *Mycosphaerella fijiensis* الطور الكونيدي: *Cercospora fijiensis* الآن *(Pseudocercospora fijiensis)* Crous *et al.*،2002).

لقد شخص هذا الفطر لأول مرة سنة 1963 في جزر فيجي وهكذا أشتق اسم النوع من أسم مكان إكتشافه.

يكوّن الفطر المسبب لمرض التخطيط الأسود *Mycosphaerella fijiensis* كونيدات من نوع *Pseudocercospora fijiensis*. الكونيدات طويلة ذات 3 حواجز عرضية او اكثر، ملساء، ذات لون شاحب الى زيتوني فاتح الى بني. تتكون الكونيدات على حوامل كونيدية قصيرة وبصورة فردية على أطرافها (شكل 10.17).

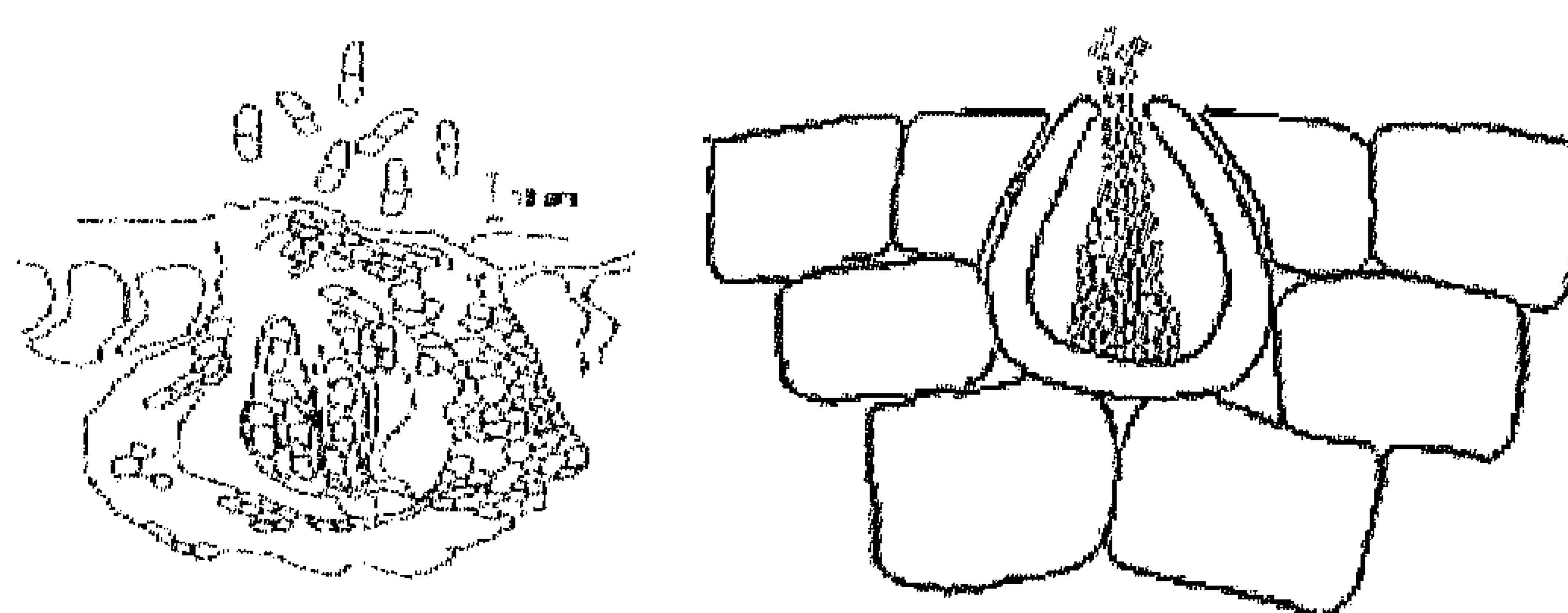
في عملية التكاثر الجنسي، يكوّن الفطر أوعية بذيرية (Spermagonia) على القروح في السطح السفلي للأوراق المصابة مع نهاية تطور القروح. الأوعية البذيرية كمثرية الشكل، داكنة اللون، تكون بارزة نوعا ما. تنتج هذه التراكيب بذيرات (Spermatia) بكميات كبيرة وهي تمثل الخلايا التكاثرية الذكرية. البذيرات خلايا صغيرة، إسطوانية الشكل، تقوم بتلقيح الشعيرات الأنثوية (Trichogenes) المجاورة. وبعد إكتمال التلقيح تتكون

الثمرة الكيسية الكاذبة ضمن القروح وتظهر الفتحة الفمية لها الى الخارج. تحتوي هذه التراكيب على ألأكياس التي تكون ذات غلافين وبداخل كل منها 8 أبواغ كيسية. البوغ الكيسي ثنائي الخلية، ذو تخصر عند الحاجز وشفاف (شكل 10.18). عند إنتشار الأبواغ الكيسية وسقوطها على أوراق العائل تنبت وتقوم بإصابة النبات.



شكل 10.17: رسم تخطي لكونيدات الفطر *Mycosphaerella fijiensis* وحواملها (يمين) وصورة للكونيدات (يسار)

عن: (Bennett & Arneson،2003)

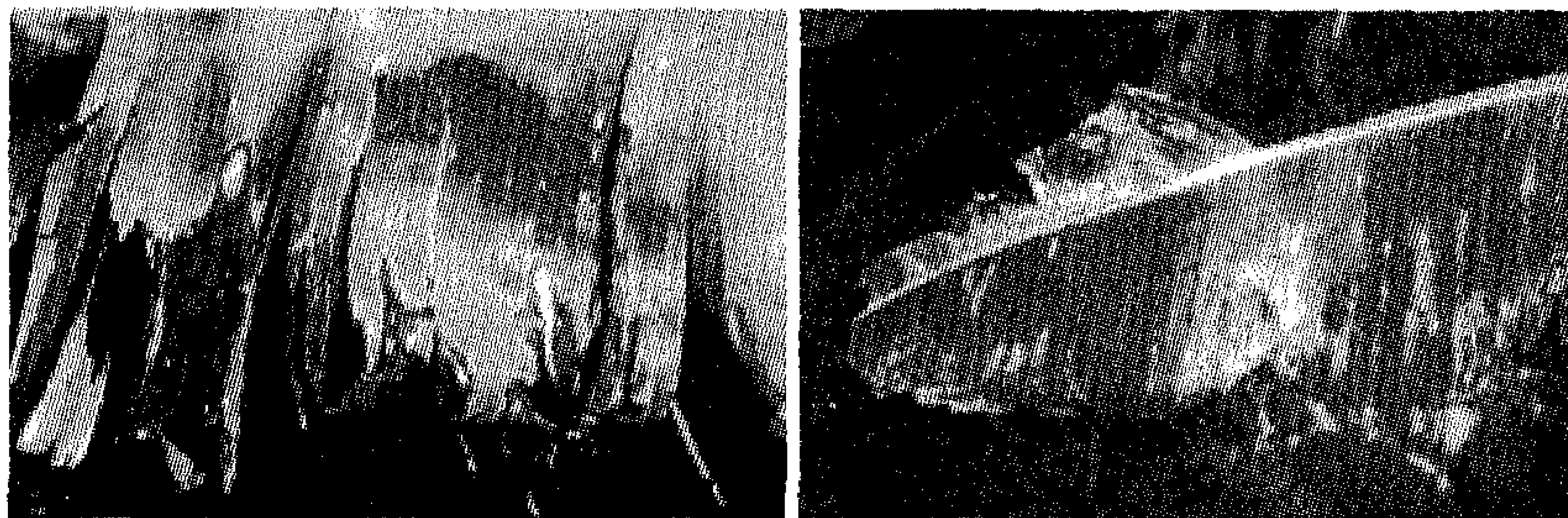


شكل 10.18: رسم تخطيطي لوعاء بذيري (يمين) وثمرة دورقية كاذبة (يسار)

عن: (Bennett & Arneson،2003)

الفطر *Mycosphaerella musicola* (الشكل الكونيدي: *Cercospora musae* الآن *Pseudocercospora musae* (Crous *et al.*،2002) مسبب مرض سيكاتوكا. لقد اشتق اسم المرض من اسم وادي سيكاتوكا في فيجي حيث إنتشر المرض بشكل وبائي في سنوات 1912 الى 1923، وكان الفطر قد شخص أول مرة في جزيرة جاوا سنة 1902. يمكن تمييز هذا الفطر عن *Mycosphaerella fijiensis* مسبب مرض التخطيط الأسود على الموز من خلال مظهر الكونيدات والحوامل الكونيدية. فكونيدات الفطر الأخير تمتلك تثخنات في جدار الكونيدة عند قاعدتها وهذا غير موجود في كونيدات الفطر الأول. كما أن الكونيدات في الفطر الأول تكون اطول وأكثر مرونة من كونيدات الفطر الثاني. أما الحوامل الكونيدية للفطر الأول فتكون اقصر وبشكل القنينة، لكن الحوامل الكونيدية للفطر الثاني تكون أطول ومنحنية وتظهر آثار الكونيدات (Mourichon *et al.*،1997 ؛Bennett & Arneson،2003).

اعراض مرض سيكاتوكا مشابهة لأعراض مرض التخطيط الأسود إلا أنها تتميز بكون الخطوط صفراء باهتة وبظهور هلات صفراء في الخطوط الحديثة، وتظهر الأعراض على الورقة بعد 4 – 5 أيام من التلقيح، كما ان اعراض هذا المرض تتطور بشكل أبطأ من مرض التخطيط الأسود (شكل 10.19).



شكل 10.19: أعراض مرض سيكاتوكا على اوراق الموز

عن: (Bennett & Arneson،2003)

تطور المرض (Development of Disease)

يتكاثر الفطر لاجنسيا بواسطة الكونيدات وجنسيا بتكوين الأبواغ الكيسية. عند توفر الرطوبة العالية خصوصا بوجود غشاء مائي على الأوراق تتكون الكونيدات التي تنتشر بواسطة تناثر قطرات أو رشاش المطر او غسله للأوراق مما يساعد على نشر الفطر ضمن الحقل ولا تنتشر الكونيدات بواسطة الهواء. تنبت الكونيدات عند سقوطها على سطح الأوراق للنباتات الحساسة في فترات الرطوبة النسبية العالية (92 – 100 ٪) وتصيب الورقة من خلال الثغور على السطح السفلي لها. وبعد نمو الفطر داخل انسجة الورقة حيث يكون الغزو أحيائيا لمدة 2 – 3 اسابيع، يمكن ان تخرج الخيوط الفطرية من الثغور وتقوم بإختراق ثغور جديدة وبذلك تتوسع رقعة الإصابة. تخرج الحوامل الكونيدية من الثغور على حشية فطرية احيانا مكونة كونيدات جديدة، ويمكن ان تتكون الحشية الفطرية على الأوعية البذيرية الحديثة.

لكن عند تكون الثمار الكيسية الكاذبة بتشبع الأوراق المصابة بالماء لمدة 48 ساعة تقريبا تتكون الأكياس التي تتحرر منها الأبواغ الكيسية التي تقوم بنشر الفطر لمسافات طويلة في فترات الرطوبة العالية. تنبت الأبواغ الكيسية على الوجه السفلي للأوراق (Washington *et al.*،1998) حيث تكوّن كل خلية إنبوب إنبات وبعد 48 الى 72 تتمكن من الإختراق عبر الثغور، علما أن الفطر يمكن أن يبقى فوق سطح النبات لمدة 6 ايام قبل تحقيق الإختراق. يشجع إنبات الأبواغ الكيسية بوجود الغشاء المائي أو الرطوبة النسبية العالية (98 الى 100 ٪) وإن درجة الحرارة الملائمة للإنبات هي بين 26 الى 28 مْ. وحيث أن الأبواغ الكيسية تتكون بأعداد اكبر بكثير من الكونيدات وتنتشر بواسطة الهواء لمسافات تقدر ببضع مئات من الكيلومترات حيث تفقد حيويتها بسبب تاثير الأشعة فوق البنفسجية، لذا فهي تلعب دورا اهم من الكونيدات في دورة حياة الفطر (Marim *et al.*،2003 ؛ Bennett & Arneson،2003). مخطط دورة المرض في الشكل 10.20.

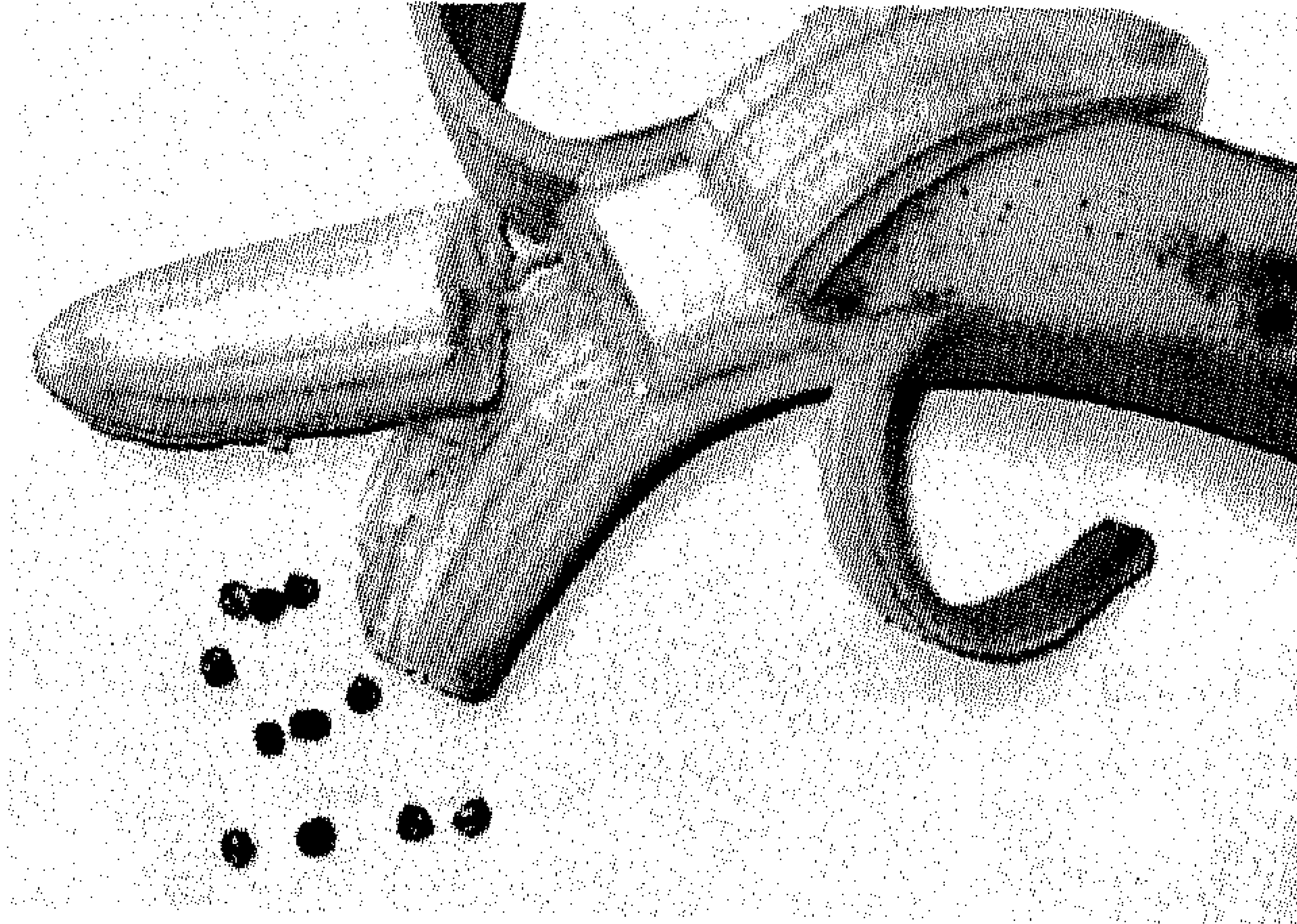
شكل 10.20: مخطط دورة المرض

السيطرة على المرض (Control)

1. الطرق الزراعية: مباعدة النباتات لتقليل الرطوبة، إزالة الأوراق أو الأجزاء المصابة من الورقة وتجميعها على الأرض وإضافة اليوريا اليها من اجل تسريع تحليلها وتقليل كمية اللقاح ومكافحة الأدغال.

2. المكافحة الكيميائية: تستخدم عدد من المبيدات خاصة مانكوزيب بالتبادل مع Morpholineو DMI) Demethylation inhibitors) أو Strobilurin (QoI) كما يستخدم Chlorothalonil. ترش المبيدات بالطائرات الزراعية، ولكن تظهر بإستمرار السلالات المقاومة للمبيدات (Washington *et al.*،1998؛ Bennett & Arneson،2003؛ Marim *et al.*،2003).

3. زراعة الأصناف المقاومة: خاصة من قبل المزارعين الصغار والفلاحين حيث تكون المكافحة الكيميائية مكلفة. لكن الأصناف المقاومة تكون ذات مواصفات زراعية غير مرغوبة. فالأصناف التجارية تكون ذات 3 مجاميع كروموسومية (n3) وهي عديمة البذور، لذلك تعتمد برامج تربية وتحسين أصناف الموز على الأصناف البرية ذات المجموعتين الكروموسوميتين (2n) المكونة للبذور (شكل10.21)، كما أن زمن الجيل للموز طويل حيث يستغرق 3 سنوات، لكن هذه الأصناف لا تلبي المتطلبات التجارية ويبقى الأمل معقودا على تطوير هذه البرامج للتغلب على المشكلة(Bennett & Arneson،2003؛ Marim *et al.*،2003).



شكل 10.21: بذور الموز في ثمرة صنف ثنائي التضاعف (2n)
عن: (Omoto & Lurquin،2004)

4. المكافحة الحيوية: أظهرت عزلتين من البكتريا *Serratia marcescens* مكافحة حيوية للمرض أفضل من المبيد الكيميائي Propiconazole تحت ظروف البيت الزجاجي، ومكافئة لإستخدام برنامج المكافحة الكيميائية بمادلة المبيدات Propiconazole و Tridemorph و Mancozeb (Marim *et al.*،2003).

5. الحجر الزراعي: يهدف الى منع أو الحد من دخول محصول الموز او الفسائل الملوثة خاصة الى الدول أو المناطق التي لم ينتشر فيها مسبب مرض التخطيط الأسود. كذلك

منع دخول الفسائل والأوراق وغيرها من المناطق الملوثة ضمن البلد الواحد(Bennett & Arneson،2003).

أمراض الفطر Cercospora

Diseases Caused by Cercospora

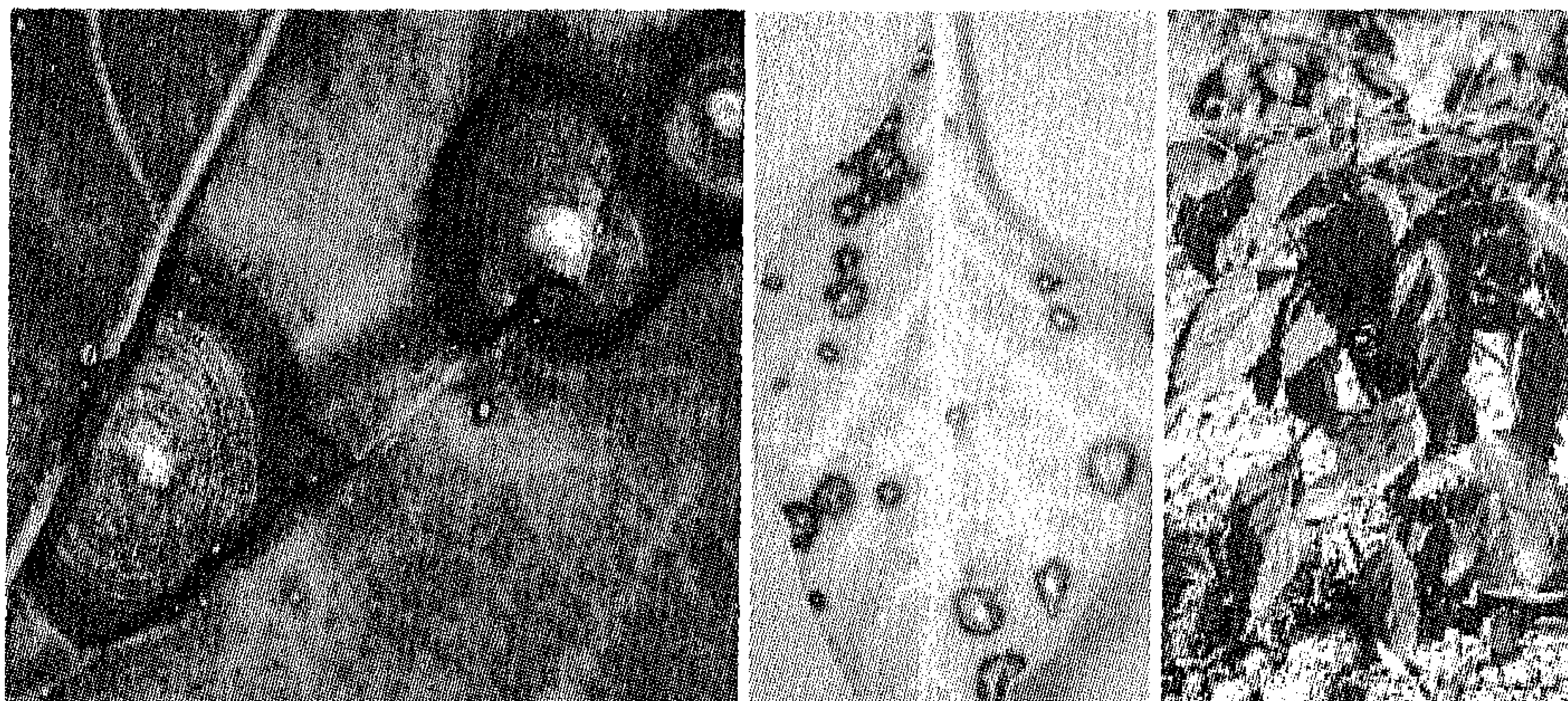
تسبب فطريات *Cercospora* أمراض التبقع على العديد من النباتات بضمنها محاصيل الحبوب ونباتات الحشائش والخضروات كالطماطة والفلفل والجزر والكرفس وغيرها والمحاصيل كالبنجر السكري وفول الصويا والجت وأشجار العرعر ونباتات الزينة.

على أوراق الفلفل تظهر الأعراض بشكل بقع دائرية ذات حواف بنية محمرة ومركز فاتح اللون تنمو لتصل الى قطر 1 سم وتحاط البقعة بهالة صفراء مكونة ما يعرف بعين الضفدع. تحت الظروف الرطبة تتكون في مركز البقعة كونيدات الفطر. عند حصول إصابة شديدة تصفر الورقة وتسقط او تذبل معرضة الثمار لسفعة الشمس (Cerkauskas،2004).

يعتبر الفطر *Cercospora beticola* من أكثر الفطريات تدميرا لأوراق البنجر السكري على نطاق العالم.

الأعراض (Symptoms)

على أوراق البنجر السكري تظهر إصابة *C. beticola* بقع دائرية بقطر حوالي نصف سم، ذات مركز رمادي ومحيط داكن، بني - أرجواني محمر. وفي الأجواء الدافئة الممطرة او الرطبة، تتوسع البقع وتندمج وتقتل الورقة خصوصا على الأصناف الحساسة. أما على الأوراق القديمة فتتكون الكثير من البقع الكبيرة، كما تتغطى البقع بنمو مزرق عبارة عن كونيدات الفطر (شكل 10.22 و10.23). يكوّن الفطر حوامل كونيدية بنية فاتحة غير متفرعة، قليلة الحواجز العرضية، تحمل كونيدات أبرية الشكل، متعددة الخلايا، شفافة 2.5 - 4 X 50 - 200 مكم(Weiland & Koch،2004).



شكل 10.22: أعراض التبقع السركوسبوري على أوراق نبات الفلفل السفلية (يمين)، ورقة ساقطة تظهر أعراض التبقع (وسط) والبقع دائرية، دباغية اللون ذات محيط داكن ومركز فاتح يحتوي على أبواغ الفطر والبقعة محاطة بهالة صفراء (يسار)

عن: (Cerkauskas،2004)



شكل 10.23: أعراض تبقع الأوراق السركوسبوري على البنجر السكري

عن:

D:\plant diseases\CERCOSPORA\Cercospora – Diseases and disease information for sugar beets at www_beetseed_com (Holly Hybrids and Vanderhave sugarbeet varieties).htm

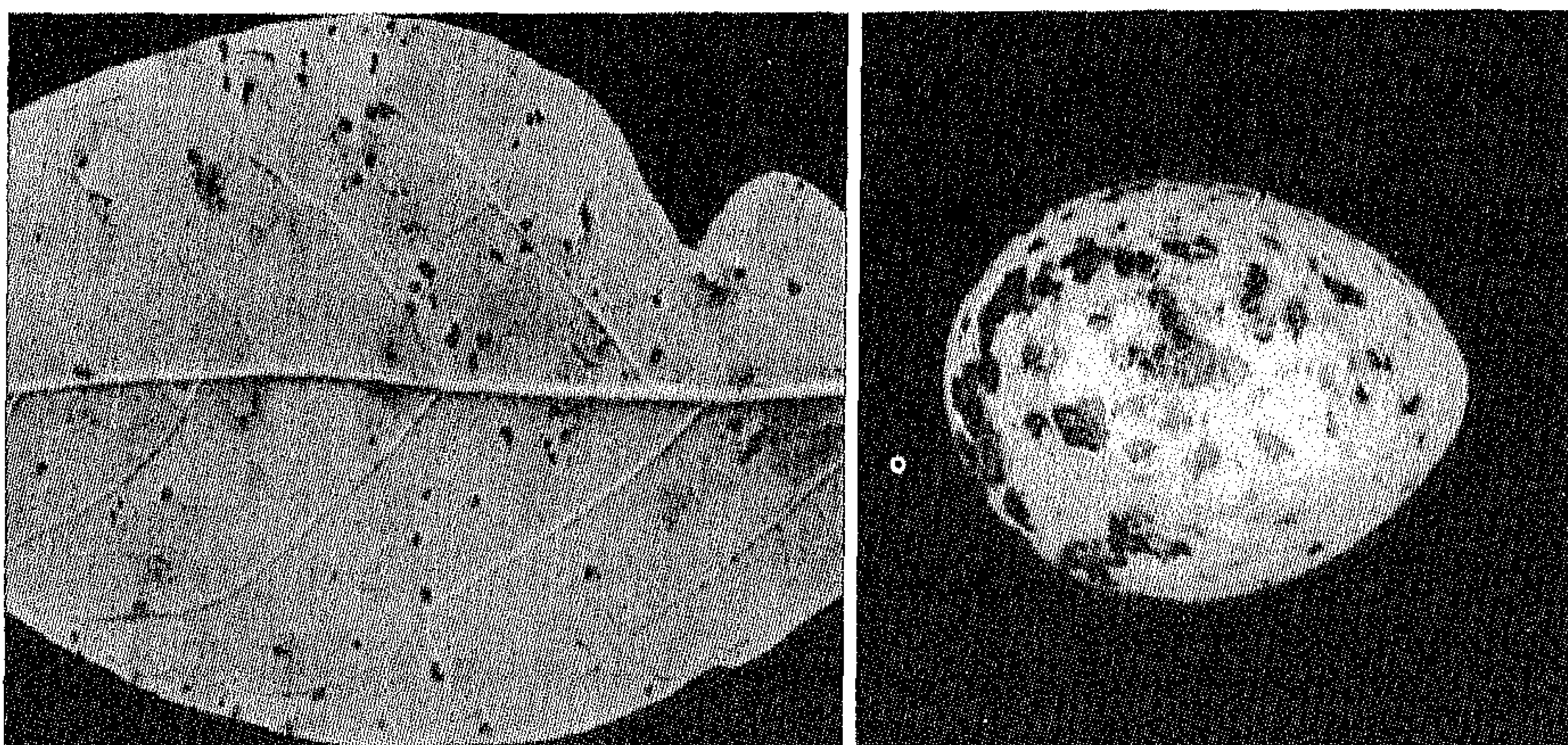
تظهر أعراض المرض المتسبب عن الفطر *Cercospora kukuchii* على أوراق نبات فول الصويا (شكل 10.24) بشكل بقع زاوية او غير منتظمة ذات مركز رمادي وحواف أرجوانية محمرة. وقرب موعد نضج النبات يتحول لون الأوراق المصابة الى البرتقالي او البرونزي بوجود او عدم وجود القروح. يمكن ان تسبب الإصابات الشديدة سقوط الأوراق أو شيخوختها المبكرة. وتصطبغ البذور المصابة باللون البنفسجي(Yang،2004).

على اوراق نبات الأفوكادو يسبب الفطر *Cercospora purpurea* ظهور بقع صغيرة جدا (قطر 2.5 ملم) بنية الى ارجوانية اللون. وتتميز بشكلها الزاوي والعديد منها محاط بهلات صفراء(شكل 10.25). وفي الأجواء الممطرة تظهر كتل رمادية تمثل كونيدات الفطر. ويمكن ان تندمج البقع لتشكل مساحات بنية غير منتظمة. أما على الثمار فتظهر بقع بنية غير منتظمة يمكن ان تتوسع وتندمج Pernezny &(Marlatt،2003).



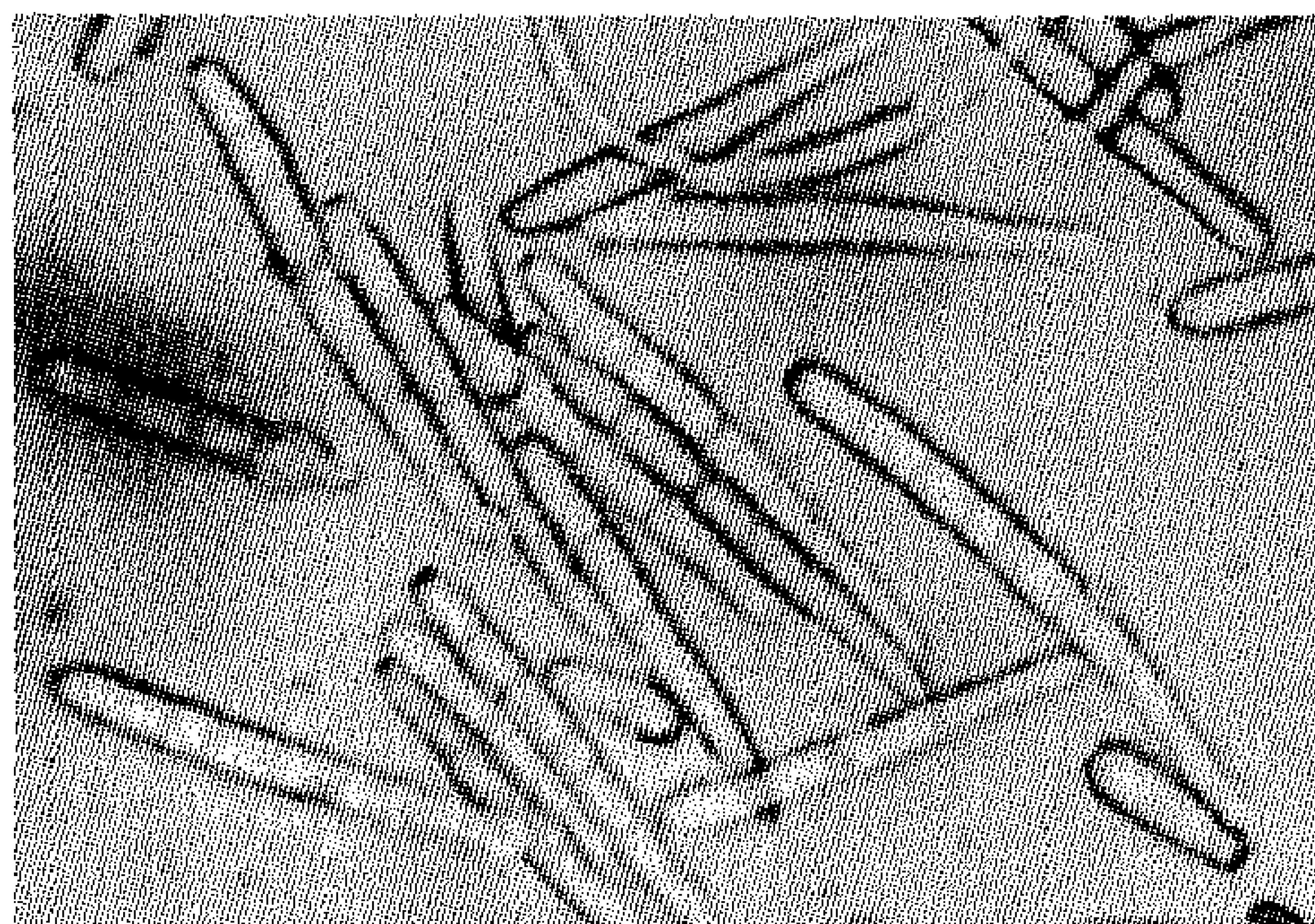
شكل 10.24: أعراض عين الضفدع على ورقة فول الصويا المتسبب عن الفطر C. kukuchii

عن: (Yang،2004)



شكل 10.25: أعراض الإصابة بالفطر Cercospora purpurea على ورقة نبات آلافاكادو (يمين) والثمرة (يسار)
عن: Pernezny & (Marlatt،2003)

الفطر الممرض (Pathogen): يكوّن الفطر *Cercospora* كونيدات متعددة الخلايا، طويلة، رفيعة، مستقيمة او منحنية قليلا، شفافة الى ملونة على حوامل كونيدية قصيرة داكنة (شكل 10.26). تخرج الحوامل الكونيدية بشكل حزم من الثغور حيث تحمل الكونيدات بالتتابع على نهايات جديدة. تحمل الكونيدات بسهولة بواسطة تيارات الهواء حيث تنتقل الى مسافات طويلة. عموما يشجع الفطر على الإصابة في الأجواء الدافئة الرطبة. معظم أنواع *Cercospora* تكوّن سم غير خصوصي العائل يسمى Cercosporin يؤدي الى قتل خلايا العائل بوجود الضوء من خلال تكون الأوكسجين الذري الذي يسبب تشويش نفاذية أغشية الخلايا(Agrios،1997).. لقد وجد أن بعض سلالات البكتريا *Xanthomonas campestris* تتمكن من تحليل هذا السم وتحويله الى مركب أخضر غير سام قريب تركيبيا من السم ويقل عنه بـ 16 وحدة كتلية وهدف الباحثين تشخيص الجينات المسؤولة عن تحليل هذا السم من اجل إستخدامها في مكافحة المرض، حيث أن أمراضية الفطر مرتبطة بتكوين هذا السم (Mitchell & Daub،1999). وجد ان الفطر *Cercospora beticola* ينتج مجموعة من السموم غير الببتيدية تسمى Beticolins تضم 20 مركبا وتعمل على تكوين قنوات ايونية في اغشية الخلايا المتأثرة (Goudet *et al.*،2000).



شكل 10.26: كونيدات الفطر Cercospora capsici

عن:

http://rds.yahoo.com/S=96062883/K=cercospora/v=2/SID=w/l=IVR/SIG=12f2vvmko/EXP=1139169865/*-http%3A//www.biologico.sp.gov.br/vegetais/pimentao/mancha.htm

السيطرة على المرض (Control)

1. زراعة الأصناف المقاومة

2. التخلص من بقايا النباتات المصابة حيث يتمكن الممرض من البقاء عليها لمدة سنتين والتخلص من الأدغال.

3. الدورة الزراعية لمدة سنتين على الأقل.

4. المكافحة الكيميائية(Jones & Windels، 1991).

مرض خياس طلع النخيل أو تعفن النورة الزهرية

Inflorescence Rot Disease of Date Palms

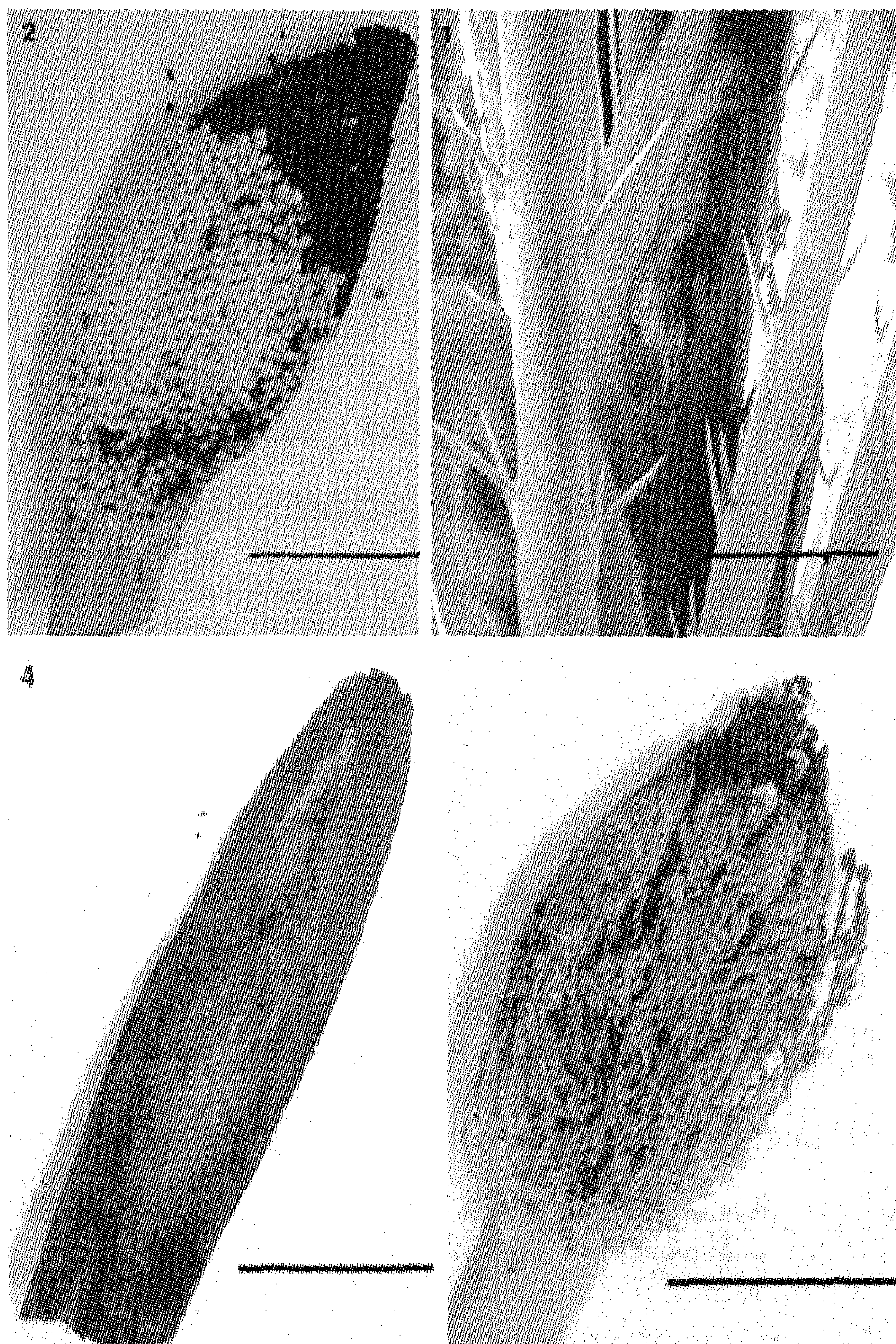
للمرض تسمية اخرى هي الخمج (Khamedj). أكتشف هذا المرض في ليبيا من قبل Cavara سنة 1925 ثم توالى تسجيله في دول شمال افريقيا الأخرى بما فيها مصر وكذلك في العراق(Allison، 1952; Hussain، 1958 ; Al-Ani *et al.*، 1971) وشبه الجزيرة العربية وسجل مؤخرا في جنوب شرق أسبانيا بنسبة تتراوح بين 21.1 الى 56.4

٪ (Abdullah *et al.*،2005). يعتبر خياس طلع النخيل من أخطر الأمراض الفطرية التي تصيب النخيل على نطاق العالم حيث يسبب خسائر سنوية بحدود 2 – 15 ٪ تزداد كثيرا في الظروف الملائمة لتطور المرض(البلداوي،2010). إنتشر المرض بشكل وبائي في العراق في سنوات 1948 – 1949 وفي سنة 1977 مسببا خسائر سنوية في محصول التمر تصل الى 80 ٪. وحصلت خسائر في المحصول بنسبة 70 ٪ في منطقة القطيف في المملكة العربية السعودية سنة 1983 (Zaid *et al.*، 2002). في الأوقات الإعتيادية يصاب النخيل بهذا المرض في العراق بنسبة 3 الى 10 ٪(Hussain & Al-Beldawi،1977). في العراق تصاب الأصناف المختلفة بينما يوجد الآن في منطقة الساحل في ليبيا على الصنف Bekrari فقط(El-Gariani *et al.*،2007).

الأعراض (Symptoms)

تظهر الأعراض في بداية الربيع مع بروز طلع النخلة بشكل قروح بنية او صدأية اللون على الطلع خصوصا قرب الأجزاء الطرفية ويمكن أن تتوسع لتشمل مناطق أكبر من الطلعة. عند تفتح الطلعة تظهر اعراض التعفن على النورة الزهرية في الجزء الأعلى في البداية ثم تنزل الى باقي النورة الزهرية مع الوقت مؤدية الى تعفنها بالكامل بما فيها الأزهار والشماريخ. الطلعات الشديدة الإصابة في وقت مبكر من الموسم لا تنفتح وتتيبس(شكل 10.27).

الفطر المسبب للمرض (Pathogen): يتسبب المرض عن الفطر *Mauginiella scaettae* (مرادفه *Geotrichum scaettae*) (Index Fungurum،2007)ينمو الفطر *Mauginiella scaettae* على الأوساط الزرعية ليكوّن مستعمرات بيضاء مصفرة دقيقية تحتوي على الكونيدات المفصلية الأحادية والثنائية والمتعددة الخلايا بأبعاد مختلفة (شكل 10.28)(Abdullah *et al.*،2005) بينما وجد (El-Alwani & El- Ammari. 2001) في عزلات الفطر من ليبيا كونيدات احادية وثنائية الخلية فقط.

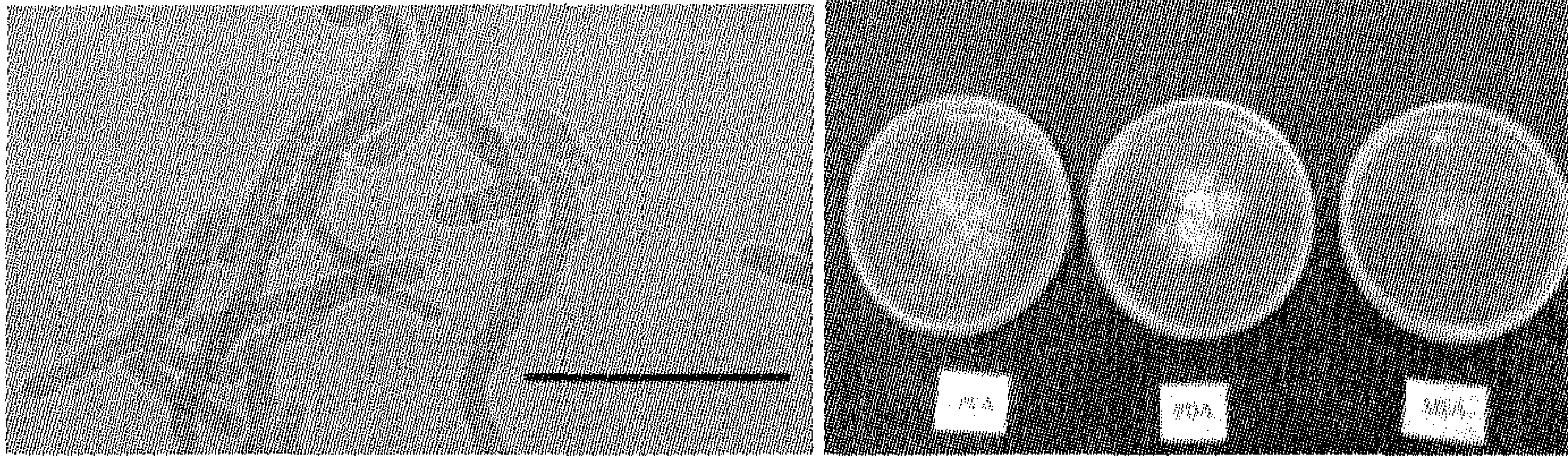


شكل **10.27**: أعراض مرض خياس طلع النخيل على النورة الزهرية المتسبب عن الفطر Mauginiella scaettae. الأعراض الخارجية على طلعة النخلة المصابة(**1**) وعلى أعلى النورة الزهرية المفتوحة(**2**) وفي مرحلة متاخرة من الإصابة(**3**) وطلعة شديدة الإصابة لم تتمكن من التفتح ومتيبسة(**4**)

عن: (**Abdullah** et al.،**2005**)

وحسب (فياض،2010) يوجد الفطر *M. scaettae* بسلالتين الأولى تتميز ببطء نموها على الأوساط الزرعية وتكون مستعمراتها ذات لون ابيض مصفر ومغطاة بكونيدات عديمة اللون على هيئة سلاسل تتفتت السلاسل إلى وحدات صغيرة يتكون معظمها من خلية واحدة أو خليتين أما السلالة الثانية فتتميز بسرعة نموها على الأوساط الزرعية وتكون مستعمراته ذات لون ابيض في البداية ثم يتغير إلى اللون الأسود بتقدم العمر. كما تكون كونيداتها وحيد الخلية.

الفطر هو شكل كونيدي لأحد الفطريات الكيسية تشير الدراسات الجزيئية له أنه اقرب الى الفطر الكيسي *Phaeosphaeria* (شكل 10.29) وهو الأقرب وراثيا الى *P. triglochinicola*. تصيب انواع *Phaeosphaeria* نباتات ذوات الفلقة الواحدة وبعض الأنواع تصيب نباتات ذوات الفلقة الواحدة من غير الحشائش.



شكل 10.28 : فوق : مستعمرات الفطر Mauginiella scaettae على أوساط غذائية مختلفة(يمين) والخيوط الفطرية وكونيدات الفطر(يسار). الخط = 25 مكم عن : (Abdullah et al2005). تحت : الفطر Mauginiella scaettae رسم بالكاميرا الضيائية (Camera Lucida) يظهر الكونيدات والخلايا المولدة للكونيدات عن : (von Arx et al.1981)

الفطر الكيسي *Phaeosphaeria* يكوّن كونيدات تعود الى الأشكال الناقصة *Hendersonia* و*Phaeoseptoria* و*Septoria* و*Septoriella* و*Stagonospora*.

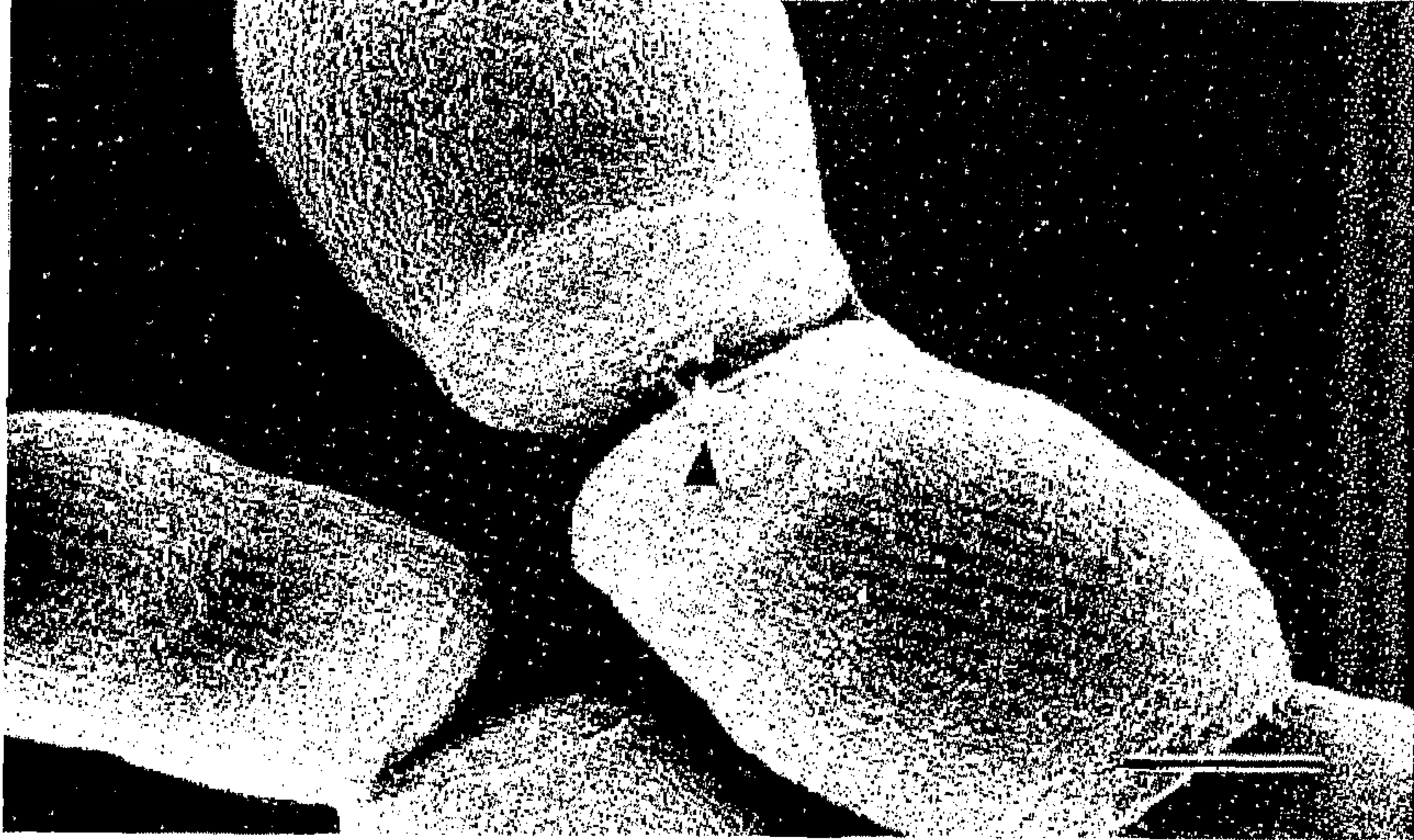
إضافة الى الفطر الممرض *Mauginiella scaettae* تم ملاحظة وجود بعض الفطريات الأخرى في بعض الطلعات المصابة مثل *Fusarium oxysporum* و*F. solani* و*Trichothecium roseum* و*Botrytis* sp. لكن لم يتم التمكن من عزلها بصورة نقية من الطلعات المصابة. كما لوحظ وجود انواع أخرى من الفطريات مثل *Ceratocystis paradoxa* (Abdullah *et al.*،2005).

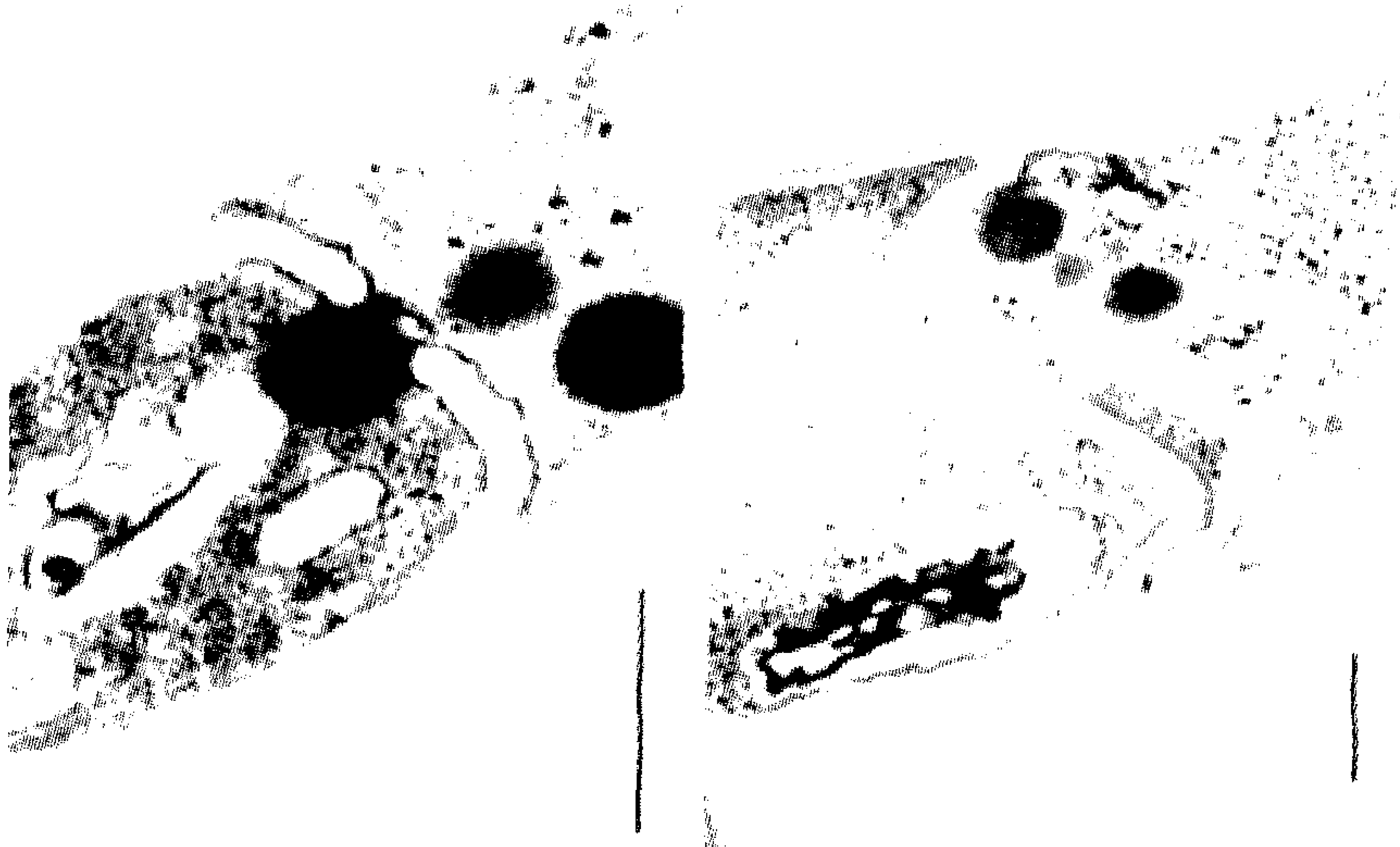
تطور المرض (Development of Disease)

يوجد الفطر بشكل غزل فطري او كونيدات في الطلع المصاب من الموسم السابق وفي قواعد سعف النخلة وفي الليف المحيط بها. يمكن أن يبقى الفطر حيا بشكل غزل فطري في هذه المناطق لخمس سنوات بينما أبواغ الفطر تكون قصيرة العمر. مع نمو البرعم الزهري، فإنه يخترق الأنسجة المصابة بالفطر ويحصل التلقيح وتتحقق الإصابة. هذه العملية يمكن أن تستغرق 3 الى 4 أشهر حيث يبدأ البرعم الزهري بالنمو في شهر تشرين أول (إكتوبر) ويظهر بشكل طلعة في شهر كانون الثاني (يناير) أو شباط (فبراير). عند توفر ظروف الرطوبة والحرارة المناسبة (درجة الحرارة المثلى عند الظهيرة 15 – 20 مْ) تتمكن الخيوط الفطرية النامية من إختراق البراعم الزهرية النامية قبل تصلب غلاف الطلع. تمتد الخيوط الفطرية من غلاف البرعم لتصل الى الأزهار والشماريخ الزرهية. ينتشر المسبب المرضي عن طريق عملية التلقيح بنورات زهرية ذكرية مصابة وإنتقال الأبواغ بواسطة الرياح والحشرات الى النخيل السليمة. الظروف الملائمة لحصول المرض تتمثل بحصول الأمطار والرطوبة العالية ودرجات الحرارة المنخفضة(البلداوي،2010؛ فياض،2010).

المرض يصيب طلع النخيل الذكرية والأنثوية لكنه يكون أكثر إنتشارا وشدة على النخيل الذكرية ربما بسبب عدم الإهتمام بها وترك الطلع السابق دون إزالته من النخلة.

من الأصناف الحساسة حسب (فياض،2010) الساير بينما الكنطار والخضراوي تكون متوسطة الحساسية والزهدي والديري متوسطة المقاومة، أما حسب (البلداوي،2010) فإن أصناف الخضراوي والخستاوي والساير أكثر مقاومة من الزهدي والحلاوي.





شكل 10.29 : صور بالمجهر الإلكتروني لطريقة تكوين الكونيدات المفصلية(فوق) الخط = 10 مك والحاجز البسيط في الفطر Mauginiella scaettae(تحت) ، الخط = 0.5 مك

عن : (Tsuneda et al.1993) و(von Arx et al.1981)

السيطرة على المرض (Control)

1. إزالة الطلع المصاب والقديم من أفحل النخيل وحتى النخيل الأنثوي وتكريب النخلة.

2. رش رؤوس النخيل وقواعد الأوراق بالمبيدات الكيميائية قبل ظهور الطلع.

3. الإهتمام بطرق ووسائل المكافحة بما فيها المعاملة بحقن المبيدات في اسفل الجذع والمكافحة الحيوية حيث بينت البحوث وجود إمكانات واعدة في هذا المجال(شريف وآخرون، (1988; Sharif *et al.*،2003).

تعفن الجذع الثيلافيوبسسي أو مرض المجنونة على نخيل التمر

Thialaviopsis **Trunck Rot of Date Palm**

يسمى المرض ايضا بالسفعة السوداء (Black Scortch) ونزف الجذع وتعفن القاعدة الجاف وتعفن القلب (Heart Rot) (شكل10.30). يصيب المرض 23 نوعا من النخيل ومنها نخيل التمر *Phoenix dactylifera* ونخيل تمر *Washingtonia* (Garafalo *et al.*،2004) ونخيل جوز الهند *Cocos nucifera* ونخيل القارورة *Hyophorbe lagenicaulis* (Soytong *et al.*،2005). يحدث المرض في المناطق الجافة وشبه الإستوائية مثل بعض الولايات الأمريكية والكويت والعراق(Abdullah *et al.*،2009 ; Suleman *et al.*،2001) والمملكة العربية السعودية (Molan *et al.*،2004) ومصر (Kararah & Ammar،2001) وفنزويلا وجزيرة صقليا بإيطاليا (Polizzi *et al.*،2009) وإسبانيا (Abdullah *et al.*،2009) وتايلند ويصيب نباتات الأناناس *Ananas comosus* في البرازيل ونبات الصبار الأمريكي *(Agave tequilana)* ذو الأهمية الإقتصادية في المكسيك الذي يصنع منه المشروب الكحولي الشعبي(Azul(Sánchez *et al.*،2007. يعتبر من أمراض النخيل المدمرة ويمكن أن ينتشر بشكل أوبئة محلية. المرض يصيب النخيل بجميع الأعمار(Zaid *et al.*،2002). إصابة البادرات تسمى الورقة الصغيرة (Bitten Leaf) أو سفعة الورقة (Leaf Scortch).

الأعراض (Symptoms)

مع وجود أعراض مشتركة مع أمراض أخرى، فيما يلي أهم الأعراض المميزة للمرض:

1. على النخيل البالغة، إذا حصلت إصابة الجذر أو الجذع السفلي، ينحني الجذع من منتصفه ويمكن أن ينكسر (شكل10.30) بينما في تعفن البرعم الفايتوفثوري (*Phytophthora* Bud Rot)، يحصل الإنحناء في طرف الجذع حيث ينقلب عليه الرأس أو البرعم.

2. يبدأ اسفل الجذع (1 – 5 قدم) بالنزف من تصدعات صغيرة جدا قبل حصول الإنحناء أو بعده. بداية النزف يخرج سائل بشكل رغوة كريمية بيضاء لا تنزل على الجذع وإنما تظهر بشكل نقاط رطبة أو لينة، فيما بعد يكون السائل ذ رائحة تخمر تشبه رائحة النبيذ أو البيرة ويتحول لون المنطقة في اسفل الجذع الى الاسود.

3. في المراحل المقدمة، يصبح الجذع مجوفا لا يحتوي سوى الألياف بينما يبدو القلف طبيعيا من الخارج.

4. إذا حصلت الإصابة في النخيل البالغة عن طريق جروح التقليم للأوراق، تمو الأوراق تدريجيا من الأقدم صعودا. في هذه الحالة يتحرك الفطر نحو الأسفل مؤديا الى تعفن منطقة التاج وإنهياره(Garafalo *et al.*،2004). ويمكن أن تسبب الإصابة لفحة النورة الزهرية.



شكل 10.30: إصابة نخيل التمر بمرض المجنونة يظهر إنهيار الجذع(يمين) وموت (النموات القمية دون إنهيار الجذع(يسار
عن: (Polizzi et al.،2009)



شكل 10.31: أعراض تعفن القلب على الصنف زغلول. الأوراق غير المفتوحة تكون ميتة بينما الأوراق الخارجية تبدو سليمة(يسار). الأعراض المتقدمة وموت النخلة(يمين)
عن: (Kararah & Ammar،2001)

إستخدم (Polizzi *et al.*،2009) طريقة جديدة في كشف الإصابة تتضمن التصوير المسحي أو الطبقي (Tomography) بالموجات الصوتية لجذع الشجرة (شكل 10.32 و10.33).

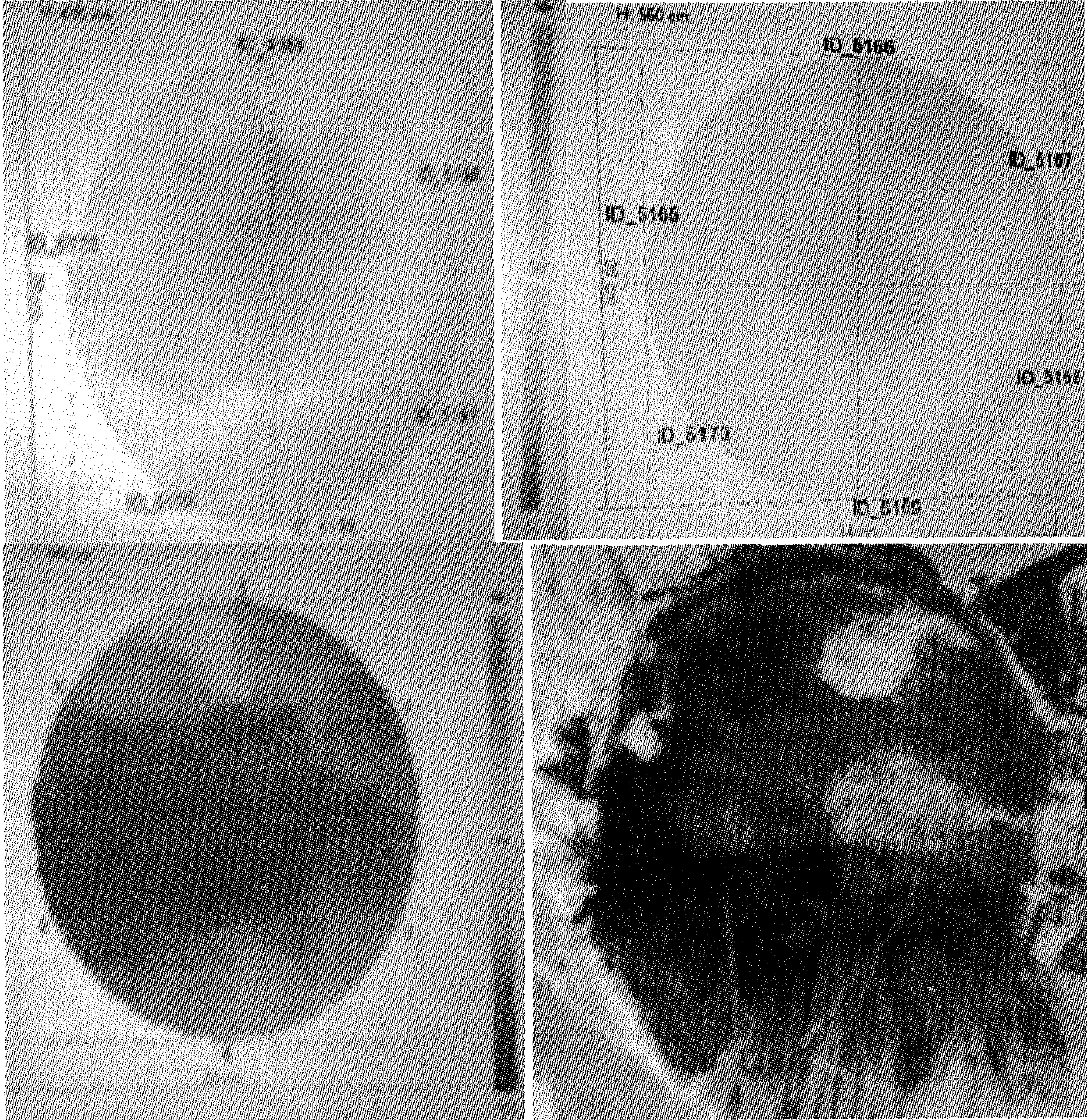
تتسم جميع الإصابات بالنخر الجزئي أو الكلي للأنسجة. القرح النموذجية تكون بنية داكنة الى سوداء، صلبة، كاربونية تعطي حامل الورقة والعثق والخراميش مظهر السفعة السوداء. التعفن يكون أكثر خطورة عندما يصاب البرعم القمي (الجمار) مؤديا الى موت النخلة (شكل10.31).

الفطر المسبب للمرض (Pathogen): يتسبب المرض عن الإصابة بالفطر *Ceratocystis paradoxa* يسمى أيضا *Chalara paradoxa* (الشكل الكونيدي *Thialaviopsis paradoxa*) والفطر *C. radicicola* الشكل الكونيدي (*punctulata* (Garafalo *et al.*،2004 ;Abdullah *et al.*،2007) .

الشكل الكونيدي لكلا الفطرين المرضين يكونان أعداد غزيرة من الكونيدات القارورية (Phialoconidia) والأبواغ الكلاميدية (Aleuroconidia) على الأوساط الزرعية الشائعة. الفطر *T. paradoxa* يكوّن كونيدات إسطوانية، شفافة الى بنية شاحبة في سلسلة من صف واحد، 7 – 12 5 – 3 X مك. الأبواغ الكلاميدية سميكة الجدران، بنية شاحبة الى سوداء بنية، 10 – 17 10 – 5 X مك، تتكون في سلاسل طرفية على فروع خيوط فطرية قصيرة (شكل 10.30 a،b).

الفطر *T. punctulata* هو أيضا يكوّن يكوّن كونيدات إسطوانية، شفافة الى بنية شاحبة في سلسلة من صف واحد، 6 – 12 5 – 3 X مك. الأبواغ الكلاميدية هنا تحمل بشكل فردي على فروع قصيرة من الخيوط الفطرية، وهي سميكة الجدران، مخشنة قليلا، بنية شاحبة الى بنية داكنة، 8 – 22 14 – 7 X مك شكل10.30 c،d

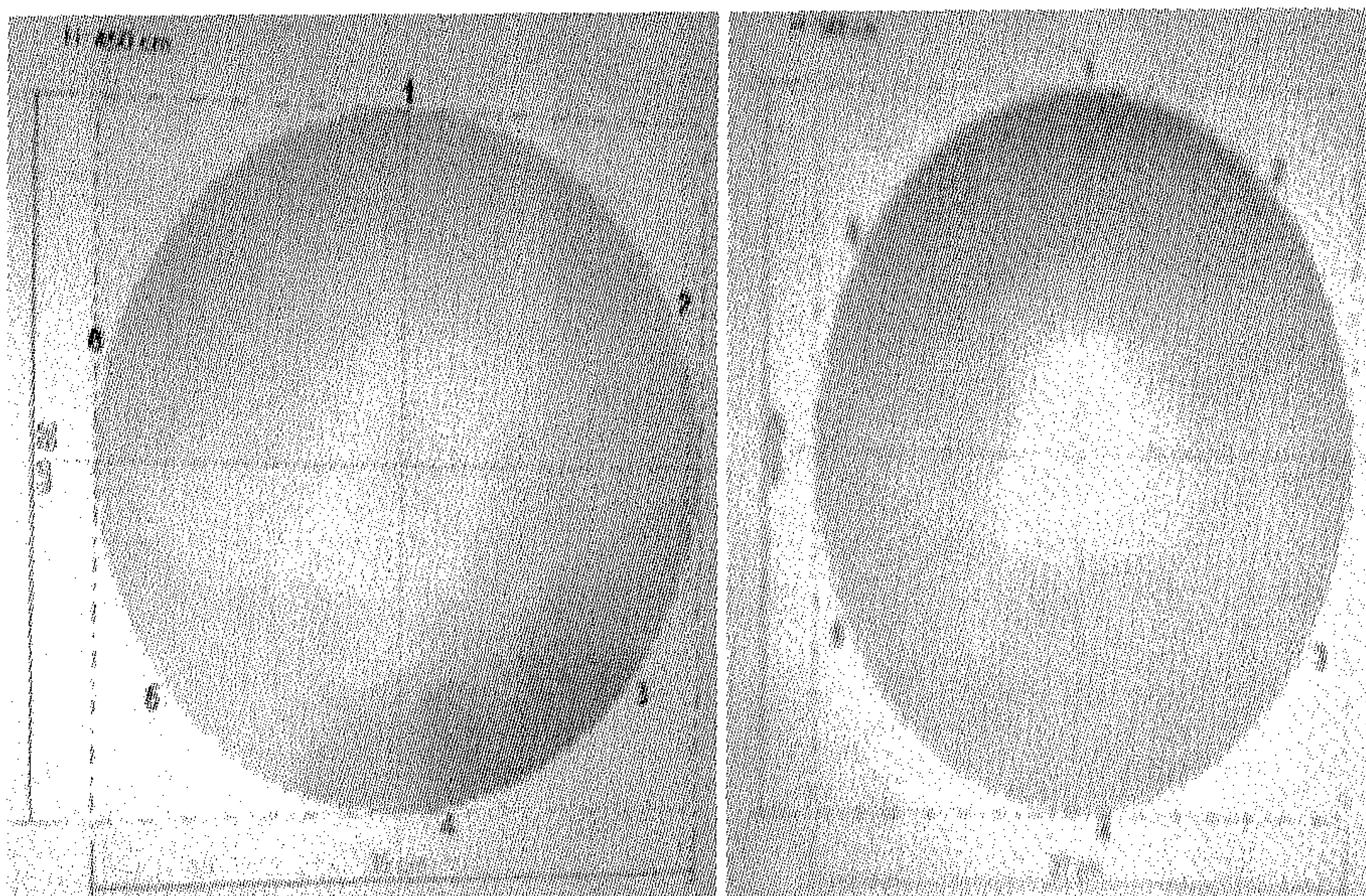
(Abdullah *et al.*،2007)..



شكل 10.32: التصوير بالموجات الصوتية (**Tomography**) (يسار) مقابل مقطع عرضي لجذع نخلة مصابة قبل سقوطها(يمين). اللون الأحمر الداكن يشير الى الإصابة الشديدة

عن: (**Polizzi** et al.،**2009**)

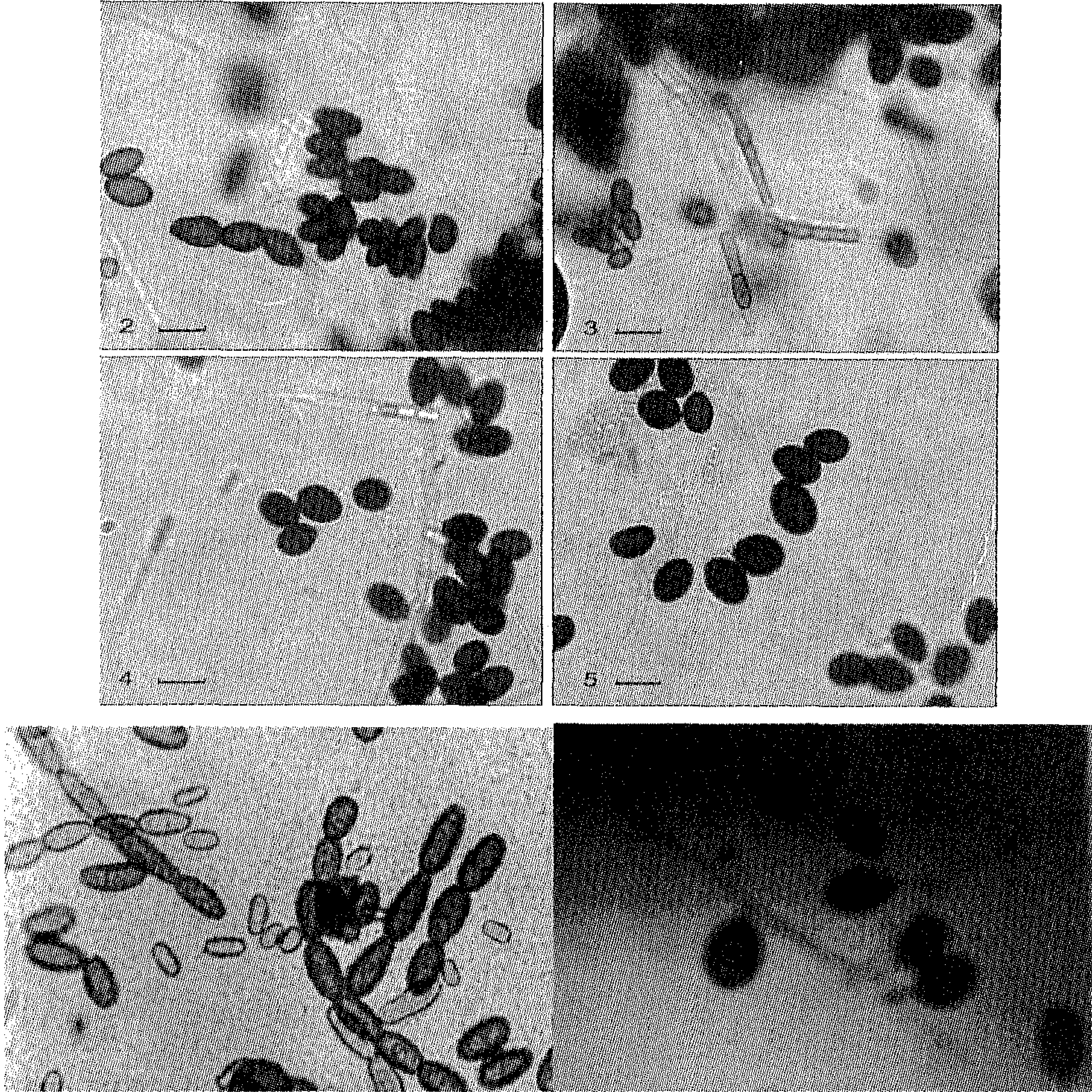
في تقرير عن مرض تعفن القلب على نخيل التمر في مصر ذكر (Kararah & Ammar،2001) عزل وتشخيص 4 مسببات فطرية للمرض هي *Thielaviopsis paradoxa* و*Botryodiplodia theobromae* و*Fusarium moniliforme* و*Gliocladium roseum*. الفطريات الثلاثة الأولى كانت الأكثر ضراوة.



شكل 10.33: صور بالموجات الصوتية (Tomography) لنخلتين غير مظهرتين لأعراض خارجية يبينان بداية التعفن الداخلي(أعلى) ولنخلتين سليمتين(أسفل). اللون الحمر يشير الى وجود الإصابة وشدتها تعتمد على كثافة اللون
عن: (Polizzi et al.،2009)

تطور المرض (Development of Disease)

بين (Abdullah *et al.*،2009) كثافة وجود لقاح الفطرين *Thialaviopsis paradoxa* و*T. punctulata* في تربة مزارع نخيل التمر في اسبانيا والنسب العالية لعزلهما. واشار الباحثون الى إمكانية إصابة فسلان نخيل التمر من لقاحهما في التربة. يمكن أن يتسبب المرض عن أي من الفطرين المذكورين سوية أو كل على حده. تحصل الإصابة على النخيل النامي تحت ظروف الإجهاد خصوصا تلك المتسببة عن الجفاف والملوحة. بين (Suleman *et al.*،2001) تأثير الملوحة المباشرعلى نمو الفطرين في المختبر وكذلك على إصابة بادرات نخيل التمر بهما حيث أظهرت البادرات عمق أعراض الإصابة مع زيادة إجهاد الملوحة. هذه الفطريات تعيش في التربة ويمكن أن تنتقل بواسطة الإنسان والترب الملوثة. الكونيدات تعمل على نشر الفطر بينما يكون للأبواغ الكلاميدية دور أيضا في بقاء الفطر في التربة.



شكل **10.34**: يظهر الكونيدات والأبواغ الكلاميدية للفطر *Ceratocystis paradoxa*
(الشكل الكونيدي**1** (*Thialaviopsis paradoxa* و**2**. والكونيدات والأبواغ
الكلاميدية لفطر *Ceratocystis radicicola* (الشكل الكونيدي **3** (T. punctulata و**4**.
الخط = **20** مك. الصورتبن السفليتين تظهران الفطر *Thialaviopsis paradoxa* معزول
من نخيل *Hyophorbe lagenicaulis*
(يسار) وحوامل الأبواغ الكلاميدية للفطر T. punctulata (يمين)
عن: (**Abdullah** et al.،**2009**) و(**Soytong** et al.،**2005**) و(**Polizzi** et al.،**2009**)

الفطر الممرض يمكن أن يدخل عن طريق الجروح. يمكن ان يحصل الشفاء في بعض

النخيل نتيجة نمو برعم جانبي ينشأ من النسيج المرستيمي غير المتأثر للبرعم القمي. وهكذا يمكن أن يستعيد النبات نموه الطبيعي خلال سنوات وهذا ما جعل الناس يطلقون عليه أسم المجنونة(Abdullah *et al.*،2007).

السيطرة على المرض (Control)

1. تجنب إحداث الجروح في النخيل النامية في الحقل وفي المشاتل.

2. تقليم وإزالة السعف وقواعد الأوراق والنورات الزهرية المتأثرة وحرقها وتعقيم الجروح بالمبيدات الفطرية: مزيج بوردو، Thiram ،Dichlone وغيره. في حالة الإصابة الشديدة يتوجب قلع النخلة وحرقها.

3. تقليل ملوحة التربة(Abdullah *et al.*،2009 ; Zaid *et al.*،2002).

4. المعاملة بالمبيدات Benomyl وTriadimefon.

أمراض الفطر Septoria

Diseases Caused by Septoria

يضم الجنس *Septoria* الكثير من الأنواع معظمها متطفل على النباتات والتي تسبب أمراض على العديد من المحاصيل كالقمح ومحاصيل الحبوب الأخرى والخضروات كالكرفس والطماطة والقرعيات وغيرها والأشجار ونباتات الأدغال.

الفطر *S. lycopersici* يسبب مرض التبقع على الطماطة وعدد من نباتات الخضروات مثل البطاطا والباذنجان وبعض نباتات الزينة مثل البتونيا وعنب الثعلب والأدغال.

تتمثل الأعراض على الطماطة بظهور بقع صغيرة دائرية مصفرة بقطر حوالي 2 ملم على الأوراق السفلية والأجزاء الخضراء بعد تكوين اولى الثمار عادة. يتحول لون البقع الى البني او الرمادي وبحواف مصفرة أو داكنة. تظهر نقاط سوداء في مركز البقعة تمثل بكنيدات الفطر. في الإصابات الشديدة تسقط الأوراق المصابة، ونادرا ما تصاب الثمار (شكل 10.35)(Mercure،2006 ؛Behrendt & Gould،2006).

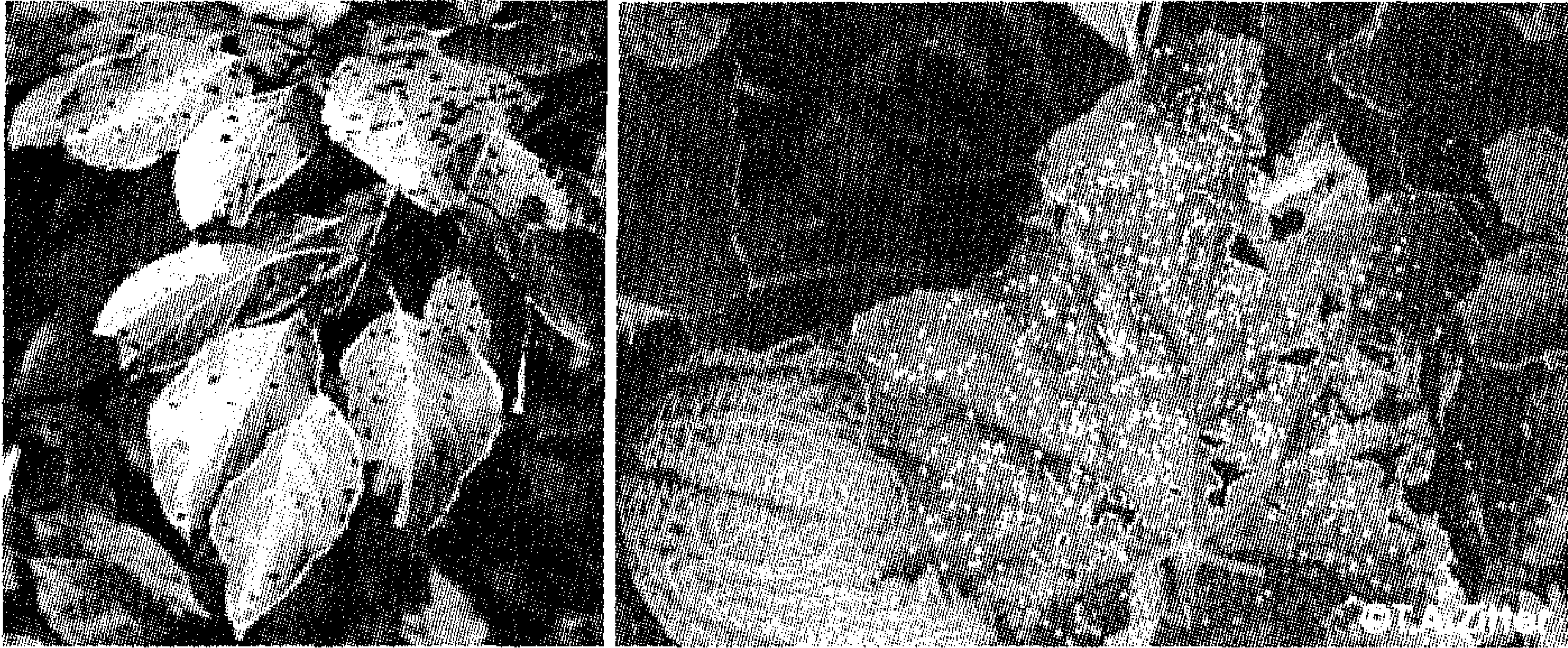


شكل 10.35: أعراض التبقع السبتوري على أوراق الطماطة
عن: (Behrendt & Gould،2006)

يسبب الفطر *Septoria cucurbitacearum* أمراض التبقع على أوراق وثمار النباتات القرعية مثل البطيخ واليقطين والقرع. تظهر أعراض المرض على جميع هذه النباتات بشكل بقع صغيرة بقطر 2 ملم صفراء شاحبة دائرية أو غير منتظمة احيانا، تحاط بمنطقة بنية ضيقة وقد تتكسر البقعة مع الوقت. ويمكن ان تظهر نقاط سوداء تمثل بكنيدات الفطر وسط البقعة (شكل 10.36 يمين)(Zitter،1992). تصاب أشجار القرانيا (Dogwood) بالفطر *Septoria cornicola* حيث تظهر الأوراق المصابة بقع بنية داكنة زاوية تتحدد بعروق الورقة (شكل 10.36 يسار)(Hansen،2000). وتصاب أشجار الحور بثلاثة انواع من *Septoria*. النوع الأول هو *Septoria musiva* الذي يسبب تبقع الأوراق وتسوس الساق الذي يصيب النباتات الحديثة في المشاتل وغيرها من مناطق نمو الحور.

في البداية تظهر الإصابة على الأوراق ويمكن ان تحدث تساقط الأوراق، ثم تشمل الإصابة أنسجة قشرة الساق حيث يخترق الفطر من خلال الجروح والفتحات الطبيعية وآثار واعناق الأوراق. وتتكون تسوسات بنية غائرة يمكن ان تصاب بفطريات ثانوية اخرى. هذا المرض يمكن ان يؤدي الى خسارة تقدر بـ 60٪ من الكتلة الحيوية للنبات.

أما النوعين الأخرين فهما *S. populi* و*S. populicola* اللذان يسببان تبقع الأوراق. أعراضهما مشابهة لما يحدثه *S. musiva* لكن البقع تكون اصغر. يسبب هذين الفطرين تساقط الأوراق (Cellerino،1999).



شكل 10.36: أعراض التبقع السبتوري على ورقة البطيخ(يمين) وعلى أوراق أشجار القرانيا(يسار)

عن: (Zitter،1992) و

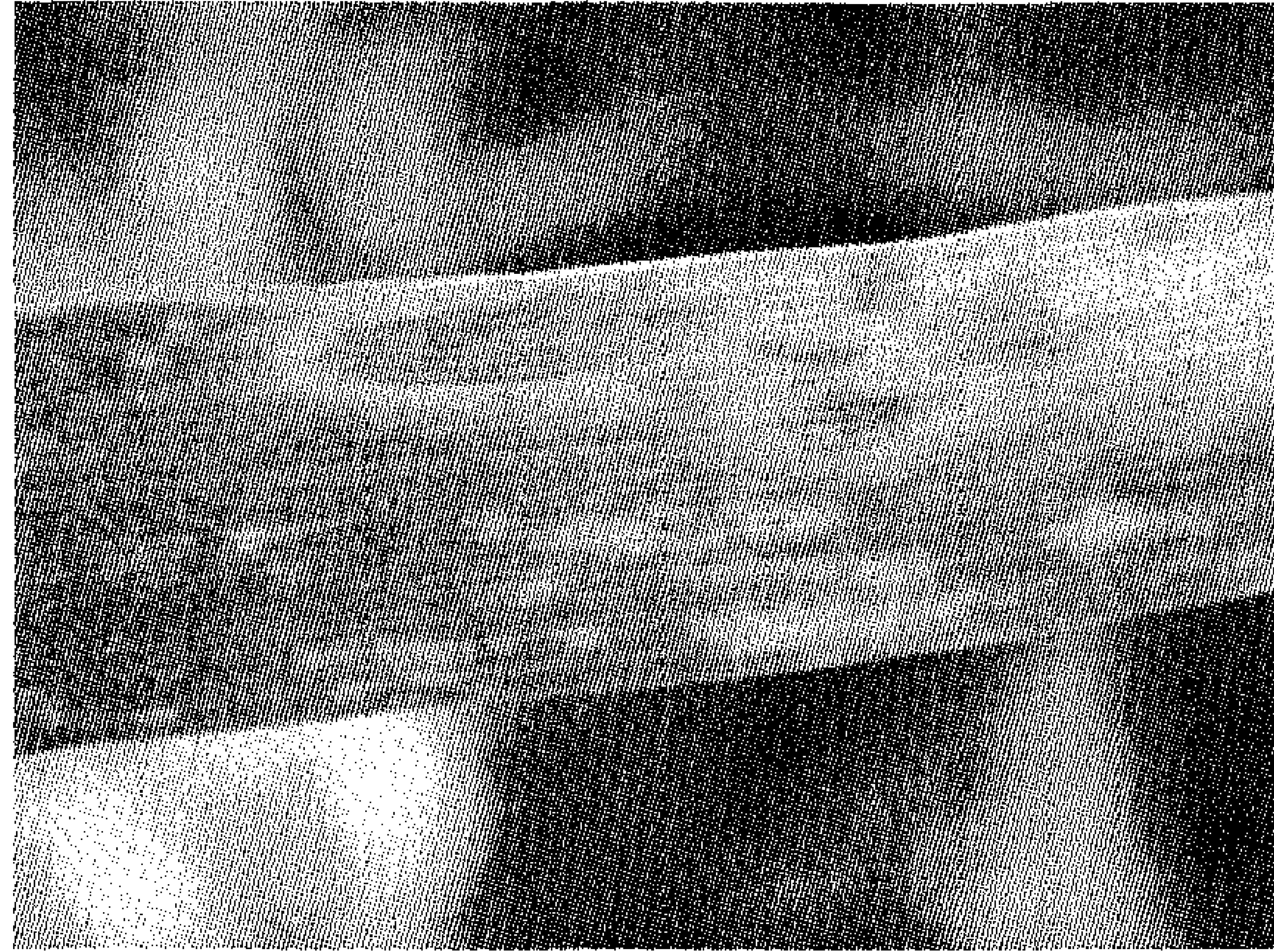
http: / /www.mastergardenproducts.com /gardenerscorner /fungal_ diseases_dogwood.htm

في مجال المكافحة الحيوية للفطر *Septoria musiva* على الحور وجدان بعض سلالات الفطر الشعاعي *Streptomyces* فعالة في مكافحة المرض تحت ظروف الحقل(Gyenis *et al.*،2003).

التبقع السبتوري على القمح

Septoria Spot on Wheat

الفطر المسبب للمرض (Pathogen): تصيب انواع *Septoria* القمح (*S. tritici* الطور الجنسي: *Mycosphaerella graminicola*) والشعير (*Septoria passerinii*) والشوفان (*Septoria tritici f. avenae*) وغيرها من محاصيل الحبوب. يسبب الفطر *S. tritici* لطخة الأوراق (شكل 10.37) بينما يسبب الفطر *S. nodorum* الذي يسمى حاليا (*Stagonospora nodorum*) لطخة السنابل على القمح واللذان يترافقان عادة. يسبب الفطران خسائر سنوية تعادل 2 ٪ من الناتج العالمي للقمح، ترتفع الى 10 – 20 ٪ في حالة عدم إستخدام المبيدات الكيميائية.



شكل 10.37: أعراض الإصابة بالفطر Septoria tritici على ورقة القمح

عن:

http: / /rds.yahoo.com /S=96062883 /K=septoria /v=2 /SID=w /l=IVR / SIG=11dpoffqe /EXP=1139343889 /*-http%3A / /www.hanse-agro.de

الأعراض (Symptoms)

تظهر الأعراض على الأوراق السفلية التي تكون في تماس مع التربة في البداية بشكل نقاط صفراء تتوسع الى قروح حمراء – بنية مستطيلة عرضها 1- 2 وطولها 5 – 15 ملم بحواف منتظمة الى غير منتظمة، ويمكن ان تتوسع اللطخات لتشمل الورقة باكملها والغمد ايضا. تحتوي القروح على نقاط سوداء كثيرة يمكن رؤيتها بالعين المجردة تمثل بكنيدات الفطر. في الظروف الملائمة لتطور المرض، يمكن ان تسقط الأوراق ويغزو الفطر الساق مسببا قروح نخرية سوداء تؤدي الى إضعاف النبات او قتله وإضطجاعه. كما تنشأ قروح أصغر على القنابات وأغلفة البذور (Agrios،1997 ؛Hershman،1992).



شكل 10.38: البكنيدة والأبواغ البكنيدية للفطر Septoria myricae

عن:

http: / /rds.yahoo.com /S=96062883 /K=septoria /v=2 /SID=w / l=IVR /SIG=15fl7bmfm /EXP=1139343046 /*-http%3A / /www.botany. hawaii.edu /faculty /gardner /biocontrol /Myrica%20faya /diseases%20 and%20insects%20of%20myrica%20faya /diseases_and_insects_of_ myrica_faya.htm

تطور المرض (Development of Disease)

إن مصدر الإصابة بالفطر يمكن ان يكون الأبواغ الكيسية بالأساس، بقايا النباتات المصابة وكذلك الأدغال المصابة بالفطر. أما اللقاح الثانوي فيتمثل بالأبواغ البكنيدية التي تتكون في البكنيدات (شكل10.38) (Scharen،1999).

تنبت الأبواغ البكنيدية للفطر *S. tritici* بعد 12 ساعة من التماس مع بشرة النبات الحساس او المقاوم ووجود الماء الحر، الإختراق يتم مباشرة من بين خلايا البشرة أو من خلال الثغور. تنمو الخيوط الفطرية ما بين خلايا النسيج الوسطي في الورقة دون ان تكوّن ممصات. لاتظهر الأعراض إلا بعد 9 ايام من التلقيح. تتكون البكنيدات في

الفراغ تحت الثغور (Cunfer،1999). الفطر ينتج سم يمكن ان يكون له دور في إحداث المرض(Cohen & Eyal،1993).

السيطرة على المرض (Control)

1. زراعة البذور الخالية من الممرض.
2. القضاء على النباتات الطليعية في الحقل وإزالة المتبقيات النباتية.
3. المباعدة ما بين النباتات وتجنب التسميد والري الزائد.
4. المكافحة الكيميائية: معاملة البذور بالمبيدات الكيميائية ورش النباتات بمبيدات Difenoconazoles أو Propiconazoles (Schwartz *et al.*،2005).

أمراض الفطر Cochliobolus وPyrenophora

Diseases Caused by Pyrenophora **and** Cochliobolus

تم تقسيم الجنس السابق *Helminthosporium* الى 3 أشكال كونيدية هي: *Bipolaris* الذي طوره الجنسي *Cochliobolus* و*Drechslera* طوره الجنسي *Pyrenophora* و *Exserohilum* طوره الجنسي *Setosphaeria*.

تنتشر هذه الفطريات على نطاق العالم خاصة في جنوب آسيا وامريكا الشمالية والجنوبية وعلى نطاق أضيق في أوربا وتسبب أمراض مهمة جدا على القمح والشعير والشوفان والرز. في جنوب آسيا يسبب الفطر *Cochliobolus sativus* و*Pyrenophora tritici-repentis* معقدا مرضيا يعرف بلفحة الأوراق الهلمنثوسبوري خسائر في محصول القمح تصل الى 16 ٪ في الهند و20 ٪ في النيبال و23 ٪ في بنغلادش (Kumar *et al.*،2002).

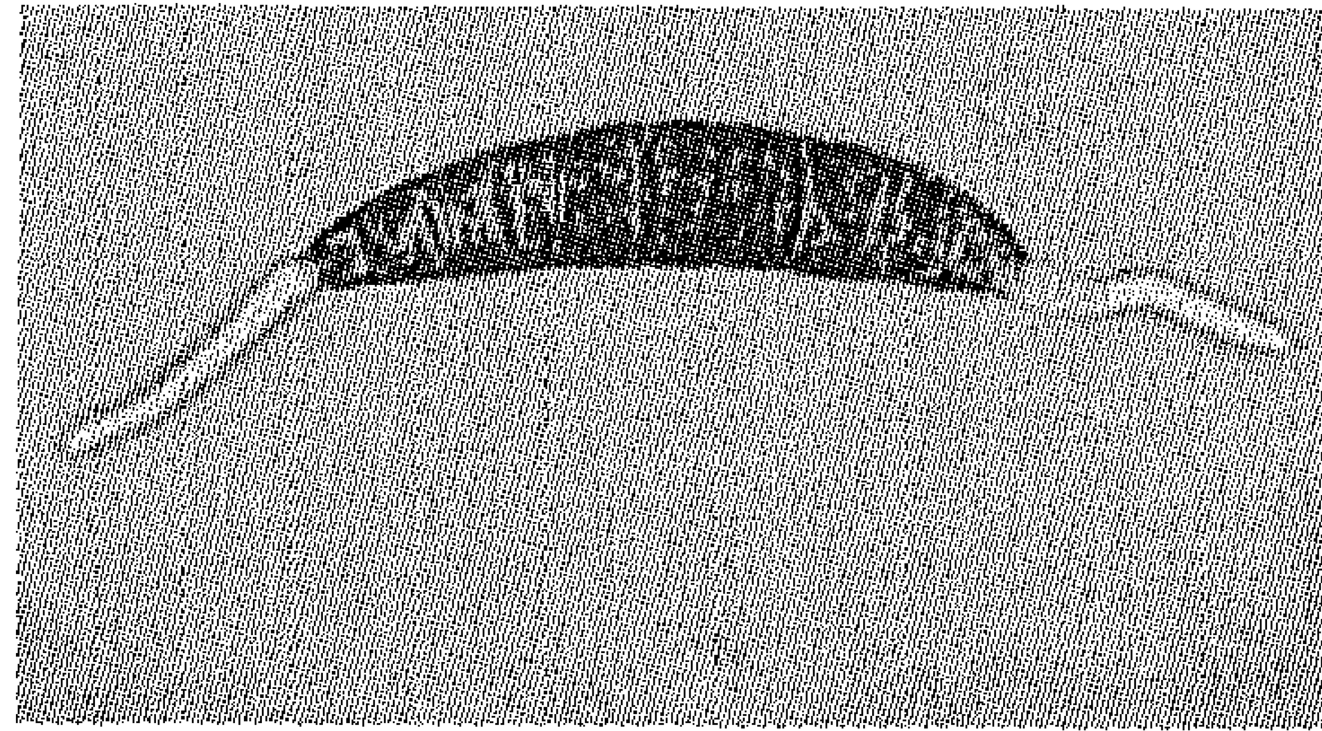
الفطر المسبب للمرض (Pathogen): ***Cochliobolus sativus***

يصيب الفطر *Cochliobolus sativus* الطور الكونيدي:(*Bipolaris sorokiniana* القمح والشعير والشوفان إضافة الى عدد من أنواع الأدغال. يسبب الفطر أمراض

اللطخة التبقعية (Spot Blotch) على الأوراق وتعفن الجذر والبقعة السوداء على الحبوب ولفحة السنابل ولفحة البادرات.ينمو الفطر على الأوساط الزرعية مكونا مستعمرة قطنية بيضاء الى رمادية فاتحة الى داكنة. ويكوّن كونيدات متعددة الخلايا (5 – 9) سميكة الجدران، إهليليجية، 12 – 20 120 – 60 X ملك (شكل 10.39).

يظهر الفطر *C. sativus* تنوعا أحيائيا حيث تم تمييز 3 طرز أمراضية ربما تكون نتجت عن الدورة النظير جنسية التي يستخدمها الفطر لعدم شيوع التكاثر الجنسي (Zhong & Steffenson،2001) حيث لم تلاحظ الأجسام الثمرية الجنسية في الطبيعة إلا في منطقة واحدة هي زامبيا سنة 1988 (Kumar *et al.*،2002).

ينتج الفطر *C. sativus* سموم Sesquiterpenoid مخلقة من Farnesol، حوالي 20 مركبا منها قريبة من السم Helminthosporol. تؤثر بعض هذه السموم في نفاذية أغشية الخلايا من خلال تثبيط بعض الإنزيمات مثل H^{+}–ATPase وCa^{2+}–ATPase والفسفرة التأكسدية في الميتاكوندريا والفسفرة الضوئية في البلاستيدات الخضراء (Olbe *et al.*،1995؛ Briquet *et al.*،1998).



شكل 10.39: بوغ نابت للفطر Cochliobolus sativus لاحظ تكوين أنبوبي إنبات

عن:

http: / /rds.yahoo.com /S=96062883 /K=Cochliobolus+sativus++images / v=2 /SID=w /l=IVR /SIG=11vrm6v3g /EXP=1139584068 /*-http%3A / / ss.ngri.affrc.go.jp /diseases /d12.htm

الأعراض (Symptoms)

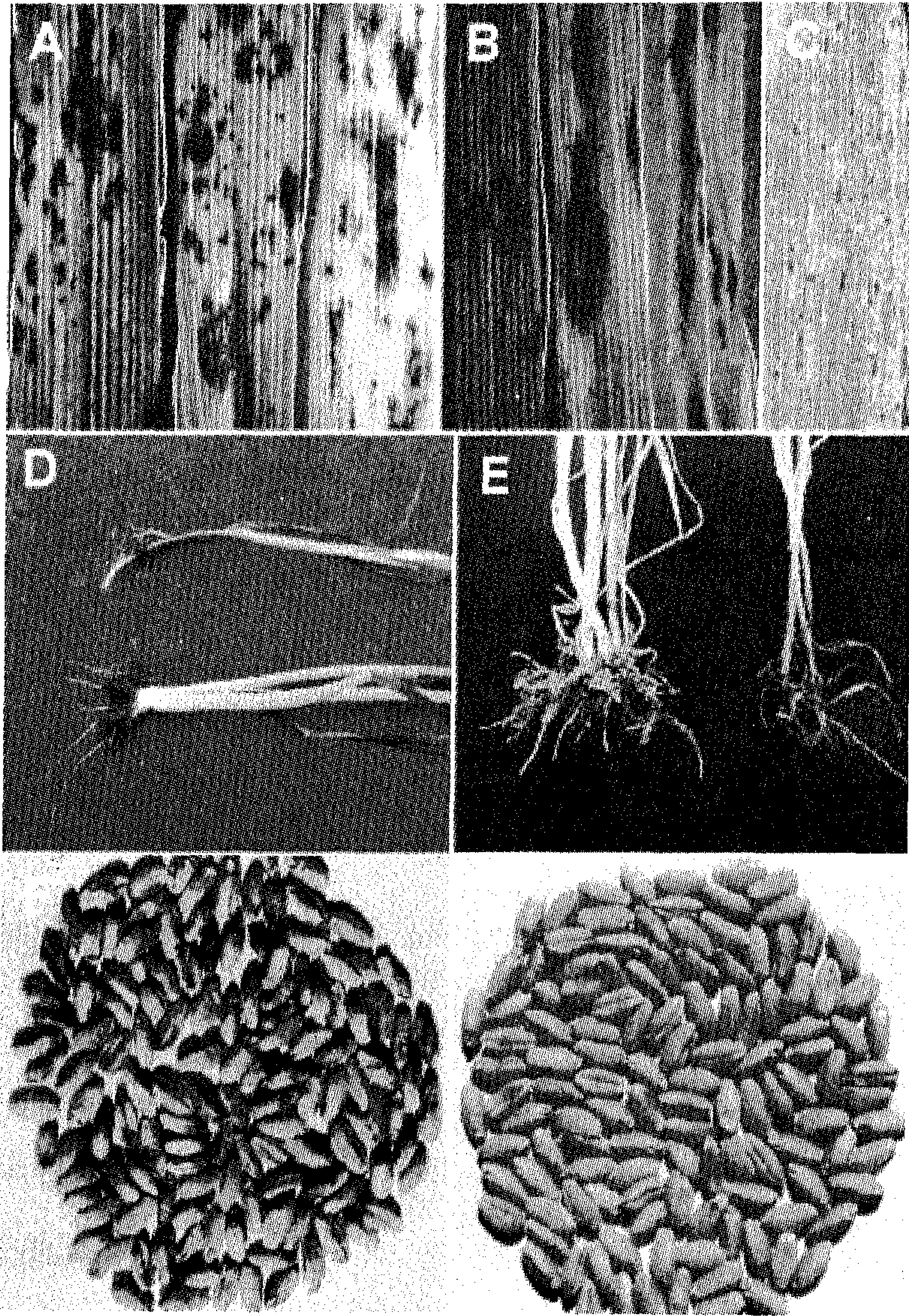
تظهر البادرات المصابة قروح نخرية داكنة على الجذور والتاج وأغماد الأوراق السفلية. تظهر على الأوراق والأغماد المصابة لطخات بيضوية الى متطاولة بنية فاتحة الى داكنة اللون (شكل10.40). أما إصابات الجذر والتاج فيمكن ان تكون من الشدة بحيث يجف النبات دون تكوين أية بذور. تحت الظروف الملائمة لتطور المرض تصاب السنابل مؤدية الى تغضن الحبوب وتلون النهاية الجنينية بلون أسود وهي سمة مميزة للمرض (شكل F10.41). كما تظهر النباتات المصابة أعراض النضوج قبل الأوان حيث تظهر السنابل بيضاء.



شكل 10.40: أعراض الإصابة بالفطر Cochliobolus carbonum
منتج السم+ Tox2 على أوراق الذرة الطراز الجيني hm1 /hm1
عن:
D:\plant diseases\Cochliobolus\research-hst.htm

تطور المرض (Development of Disease)

من الظروف البيئية المشجعة لتطور المرض بشكل وبائي إستمرار المطر 5 - 6 ايام مع درجات حرارة 20 - 30 مْ، كما ان مرحلة نمو النبات الأكثر حساسية هي عندما يكون ثلاثة ارباع السنابل بازغة (Stack & McMullen، 1999؛ Kumar *et al.*، 2002).



شكل **10.41**: أعراض الإصابة بالفطر Bipolaris sorokiniana على أوراق الشعير (**A**) والقمح (**B**) والورقة العلمية للقمح (**C**) لاحظ ان القروح في القمح تكون أغمق مقارنة بالشعير حيث تعاني الأوراق إصفرار اكثر. تعفن الجذور (**D**)، تعفن التاج (**E**) والنقطة السوداء على القمح (**F**) قارن مع الحبوب السليمة (**G**)والحال نفسه مع الشعير (**Kumar et al. ،2002**)

مرض لفحة أوراق الذرة الجنوبية

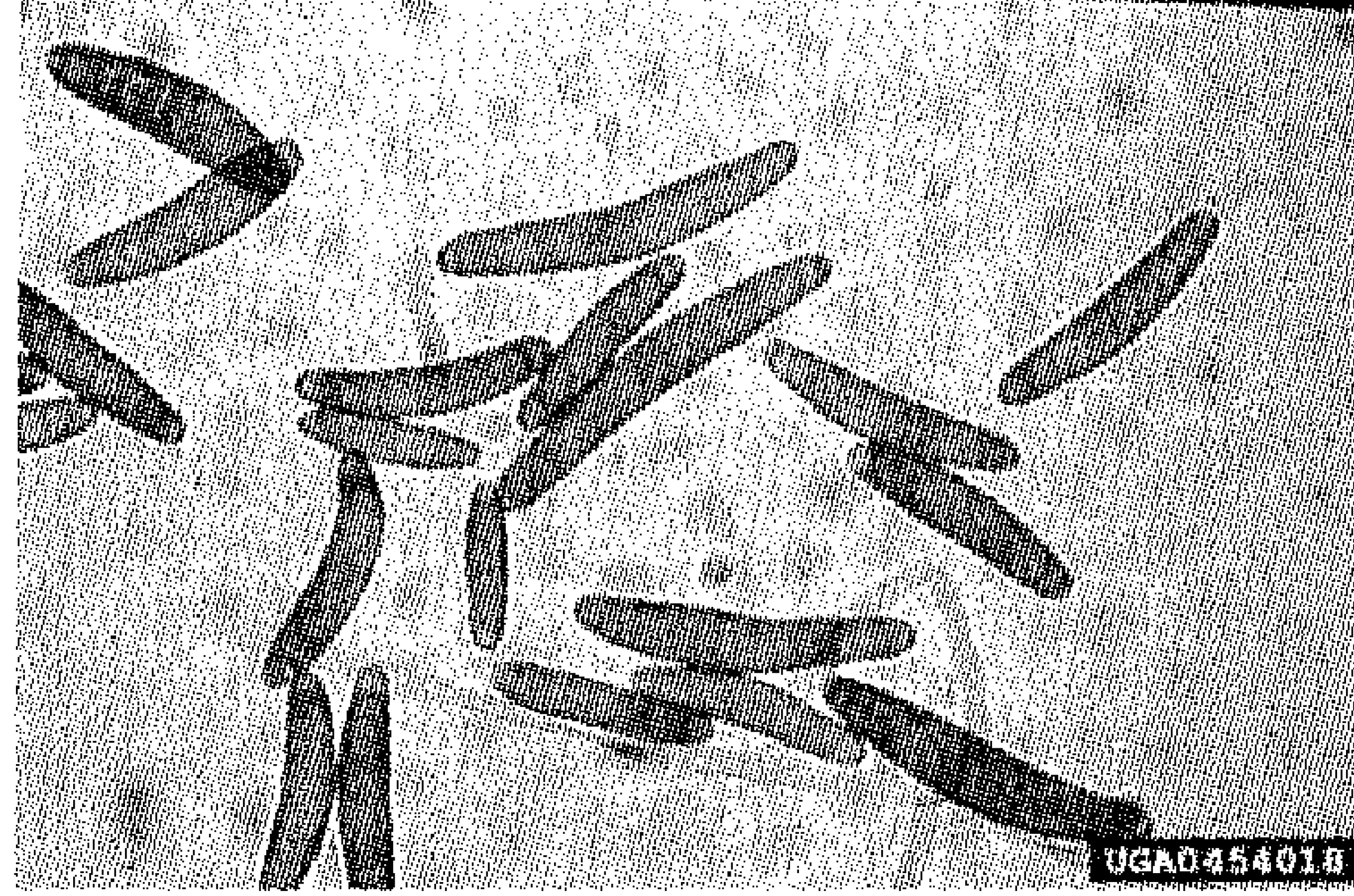
Southern Corn Leaf Blight

يسبب الفطر *C. heterostrophus* مرض لفحة أوراق الذرة الجنوبية حيث تظهر قروح دباغية الى رمادية 0.5 X2.6 سم يمكن أن تكون من الكثرة بحيث تغطي الورقة بأكملها. تهاجم بعض سلالات الممرض السيقان وأغماد الأوراق والعرانيص والحبوب الناتجة تكون مغطاة بعفن أسود. عند زراعة بذور مصابة فإن البادرات تذبل وتموت خلال أسابيع. لقد إنتشر هذا المرض بشكل وباء كبير في الولايات المتحدة سنة 1970 بسبب السلالة T من الممرض على جميع الهجن من الذرة التي تحمل جين Texas للعقم الذكري في السايتوبلازم.

ينتج الفطر سم T–Toxin وهو مجموعة من مركبات Polyketides ذات 35 الى 49 ذرة كاربون ويسهم في ضراوة الفطر العالية على نباتات الذرة الحاملة لجين العقم الذكري. T إن تكوين السموم محكوم بنشاط جينين على موقعين مختلفين *Tox1A* و*Tox1B* (Baker *et al.*،2006 ؛Rose *et al.*،2002).

اللقاح الأولي للفطر يتمثل بالأبواغ والغزل الفطري على بقايا النبات. وتعمل الأبواغ الناتجة من الإصابة كلقاح ثانوي يقوم بنشر الفطر، حيث يمكن إكمال دورة المرض خلال ايام في الظروف الملائمة لتطور المرض (Anonymous،1997؛ Agrios،1997).

يسبب الفطر *Cochliobolus carbonum* (الشكل الكونيدي: *Bipolaris zeicola*) مرض لفحة أوراق الذرة الشمالية. تظهر الأعراض بشكل قروح أهليليجية طويلة بشكل السيكار 1.5 X 4 سم على الأوراق السفلية اولا ثم تصعد الإصابة لتشمل جميع الأوراق (Anonymous،1997) (شكل10.42). ينتج الفطر *C. carbonum* سم HT–Toxin (Ahn & Walton،1997). في الشكل 10.37 كونيدات الفطر *C. carbonum*.



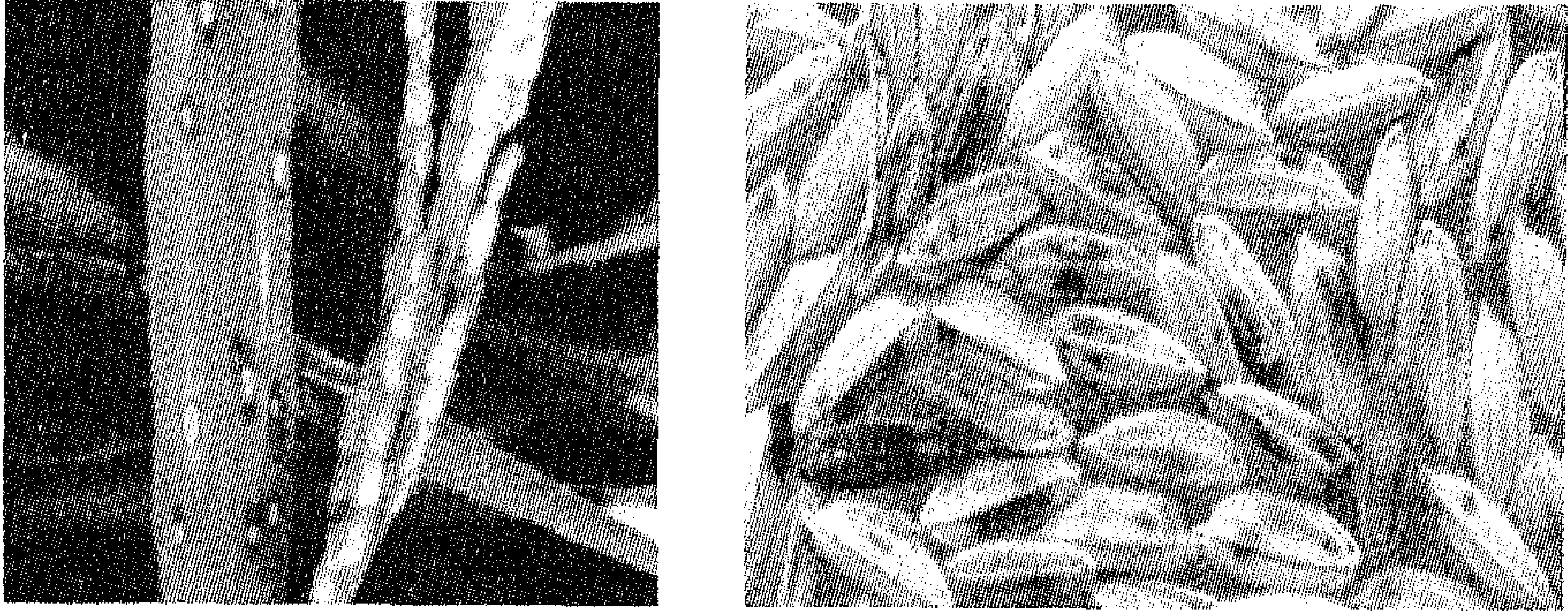
شكل 10.42: كونيدات الفطر Cochliobolus carbonum

عن:
http: / /www.forestryimages.org /browse /subthumb. cfm?sub=11052&start=1

مرض التبقع البني على الرز
Brown Spot of Rice

يسبب الفطر *Cochliobolus miyabeeanus* (الشكل الكونيدي: *Bipolaris oryzae* =(*Drechslera oryzae* مرض التبقع البني على الرز الذي كان مسببا للمجاعة البنغالية سنة 1942 حيث سبب خسائر في الإنتاج بنسبة 50 الى 90 ٪ وادت الى موت حوالي 2 مليون إنسان. كما سبب اوبئة في الهند أدت الى خسائر في ناتج الرز بنسبة 14 الى 41 ٪. وفي ولاية فلوريدا الأمريكية سبب خسائر بنسبة 16 الى 40 ٪.

يحدث المرض كلفحة بادرات أو تبقع على الأوراق والقنابات. تظهر الأعراض على الأوراق والقنابات بشكل بقع رمادية المركز وبنية الحواف. ويمكن ان تغطى القنابات بنمو زغبي بني داكن تمثل الحوامل الكونيدية وكونيدات الفطر وتظهر الحبوب المصابة بقع بنية وتلون يمكن ان يشمل الحبة كلها (شكل10.43). يهاجم الفطر البادرات حيث يكوّن قروح بنية، دائرية صغيرة والتي يمكن ان تحزّم الرويشة مؤدية الى تشوه الورقتين الأولى والثانية. كما يمكن ان يصيب الفطر الجذور مؤديا الى تلونها وإسودادها. وهكذا تؤدي الإصابة الى تقزم البادرة أو موتها. تؤدي الإصابات الشديدة الى تخفيض في كمية ونوعية المحصول(Elazegui *et al.*،2002).



شكل 10.43: اعراض الإصابة بالفطر Cochliobolus miyabeeanus على اوراق وحبوب الرز

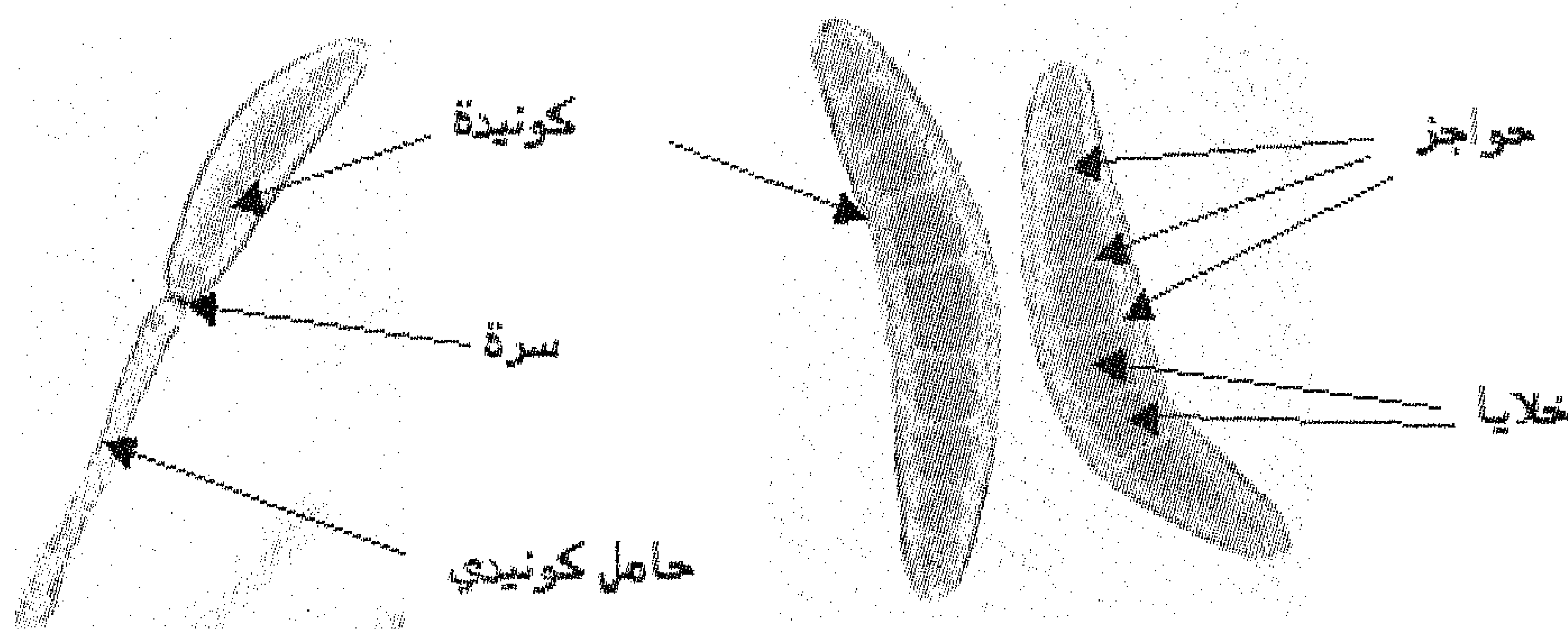
عن: (**Elazegui** et al.، **2002**)

الفطر ينتقل عن طريق البذور، وتحصل الإصابات الأولية على البادرات، كما ان بقايا النباتات المصابة والعوائل المتبادلة كالحشائش المصابة يمكن أن تشكل مصدرا ثانويا للقاح. وينتشر الفطر من نبات الى آخر بواسطة الكونيدات المحمولة بواسطة تيارات الهواء.

يكوّن الفطر حوامل كونيدية فردية أو بشكل حزم (عموما 17) مقسمة بثلاث حواجز او اكثر وبطول يصل الى 600 مكم وعرض 4 – 8 مكم. الكونيدات محنية أو صولجانية الشكل مقسمة بحواجز أو جدران مستعرضة عددها 6 الى 14. أبعاد الكونيدات 63 – 153 22 – 14 X مكم وللكونيدة سرة (Hilum) بارزة قليلا عند إتصالها بالحامل الكونيدي (شكل 10.44).

تسبب فطريات *Pyrenophora* أمراض مهمة واسعة الإنتشار على محاصيل القمح والشوفان وخصوصا الشعير وتسبب خسائر مهمة على نطاق العالم(Duczek *et al.*، 1991).

يضم الجنس *Pyrenophora* 6 أنواع أو اشكال خاصة مصنفة على أساس الصفات المظهرية والأعراض وطريقة الإنتشار والمدى العوائلي.

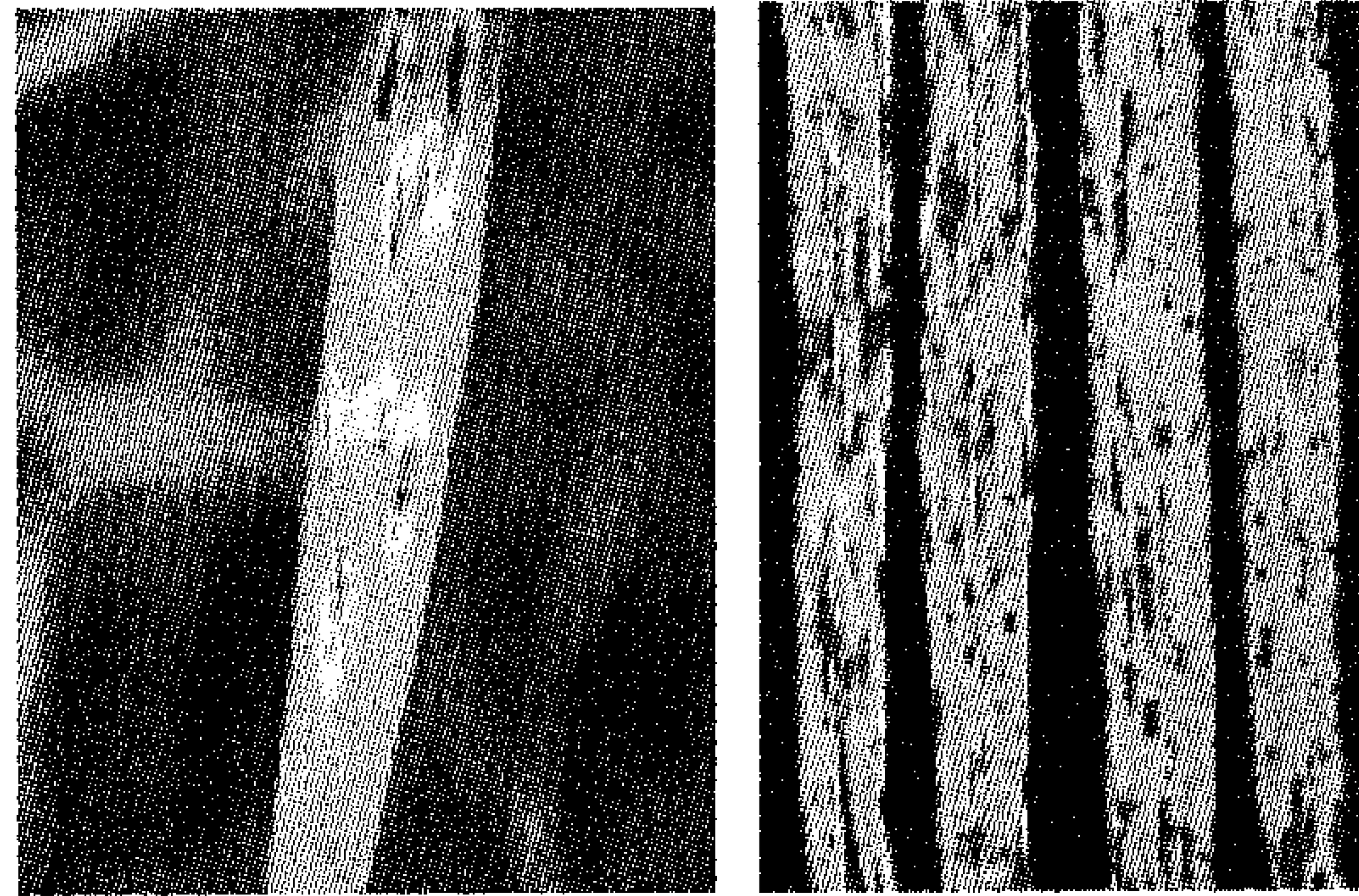


شكل **10.44**: الحامل الكونيدي وكونيدات الفطر Cochliobolus miyabeeanus
عن: (**Elazegui** et al.،**2002**)

وهذه الأنواع هي: *Pyrenophora graminea* مسبب مرض تخطيط الأوراق في الشعير و*Pyrenophora teres* مسبب مرض التلطخ الشبكي و.f *Pyrenophora teres* *maculata* .sp مسبب التلطخ البقعي على الشعير و*Pyrenophora hordei* معزول من استراليا و*Pyrenophora avenae* الذي يسبب أمراض التلطخ والتخطيط والتبقع على الشوفان وعدد من الحشائش و*Pyrenophora tritici-repentis* على القمح. ان دراسة تتابع نسخ المباعدات الداخلية (Internal Transcribed Spacers: ITS) لجينات rRNA في فطريات *Pyrenophora* على الشعير، تشير الى وجود درجة تشابه عالية بينها مما يتطلب المزيد من الدراسة للتاكد من الحالة التصنيفية لها(Elisabeth *et al.*،1998).

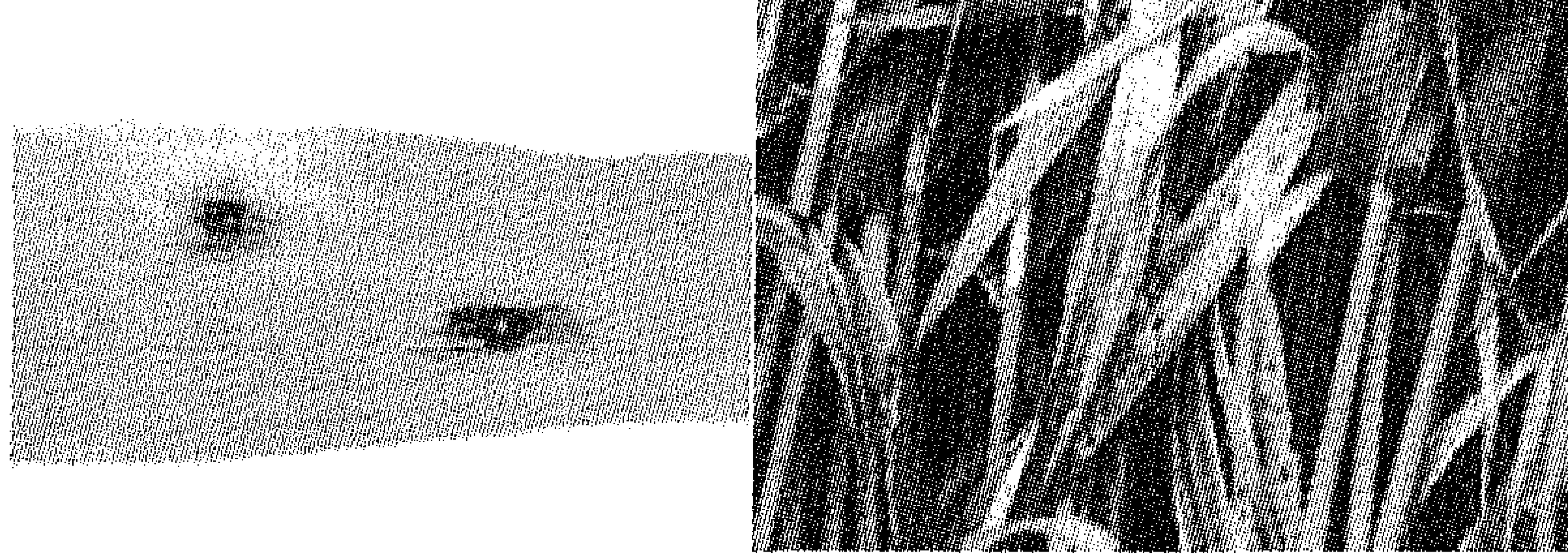
مرض التلطخ الشبكي على الشعير
Net Blotch of Barely

يسبب الفطر *Pyrenophora teres* مرض التلطخ الشبكي على الشعير. في أستراليا تم تمييز شكلين خاصين من الفطر هما *Pyrenophora teres* f.sp. *teres* و*Pyrenophora teres* f.sp. *maculata*. *Pyrenophora teres* f.sp. *teres* الذي يسبب التبقع الشبكي على الشعير هو الأكثر إنتشارا. تظهر الأعراض على الأوراق بشكل خطوط بنية رفيعة أو لطخات يمكن ان تتوسع ليصل طولها الى بضعة سنتمترات. وتظهر أحيانا خطوط طولية وعرضية أغمق لونا في القروح لتكسبها شكلا شبكيا، وعادة تحاط القروح بشريط ضيق من الأصفرار (شكل 10.45). إن الإصابة الشديدة تؤدي الى قتل الأوراق قبل نضجها وتسبب خفض وزن الحبوب وعدد االسنابل وعدد الحبوب في السنبلة وبالنتيجة تسبب تخفيض الإنتاج بنسبة 20 الى 30 ٪ كما تخفض نوعية الحبوب.



شكل 10.45: أعراض اللطخة الشبكية على اوراق الشعير المتسببة عن الفطر Pyrenophora teres f.sp. teres، قروح متطاولة (يسار) وذات حواف صفراء (يمين) عن: (Jayasena & Loughman 2001،)

والشكل الخاص الأخر هو *Pyrenophora teres* f.sp. *maculata* الذي يسبب التلطخ الشبكي البقعي حيث تظهر اللطخة البقعية بهيئة بقع بيضوية بنية متماسكة بحواف صفراء، ومع تقدم الإصابة تستطيل وتندمج محدثة مظهرا شبكيا (شكل 10.46). ويسبب هذا المرض خسائر تقدر 25 الى 32 ٪ من الإنتاج (Jayasena 2001 & Loughman،).

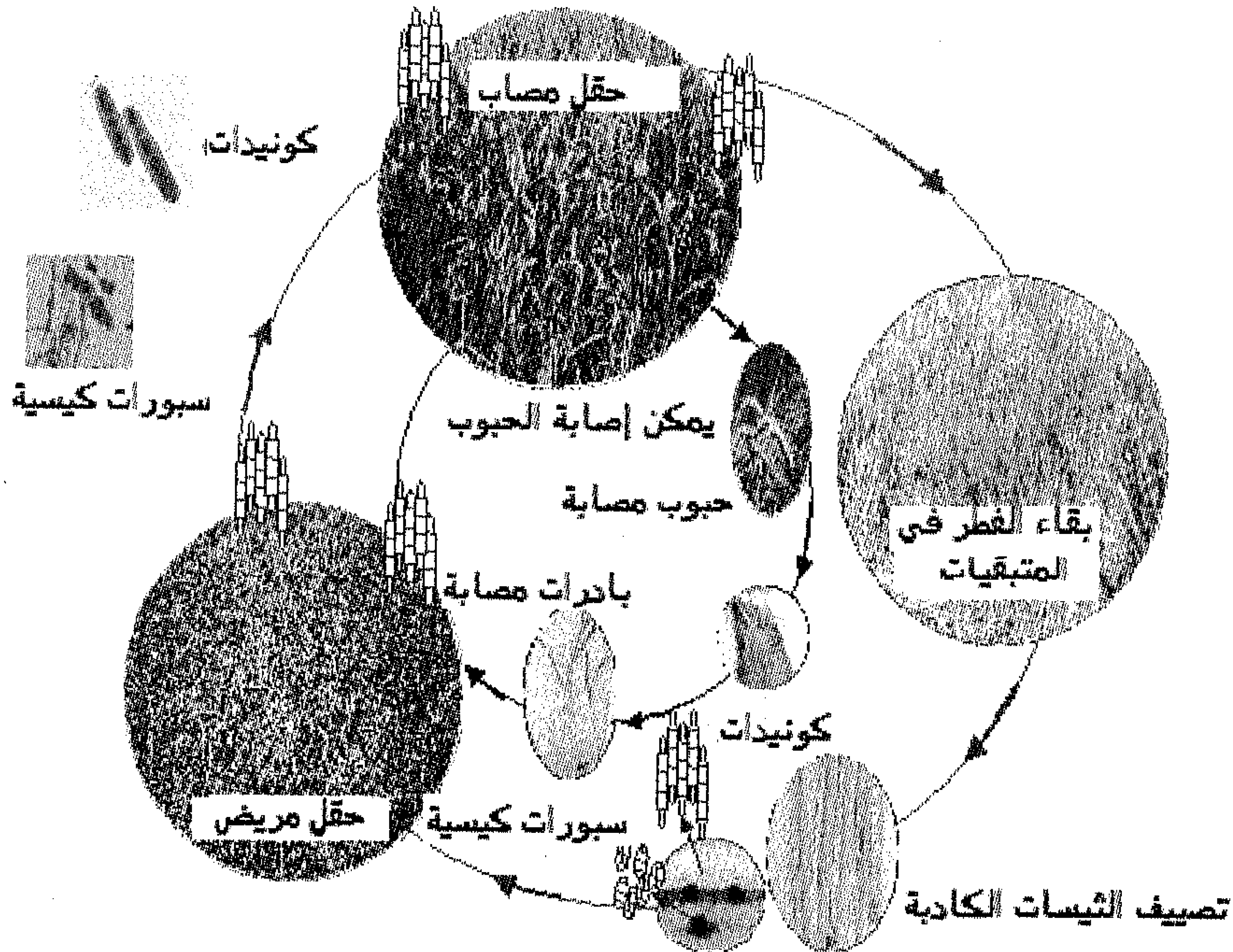


شكل **10.46**: أعراض اللطخة البقعية المتسببة عن **f.sp.** Pyrenophora teres maculata

، أعراض حديثة (يسار) واعراض متقدمة (يمين).

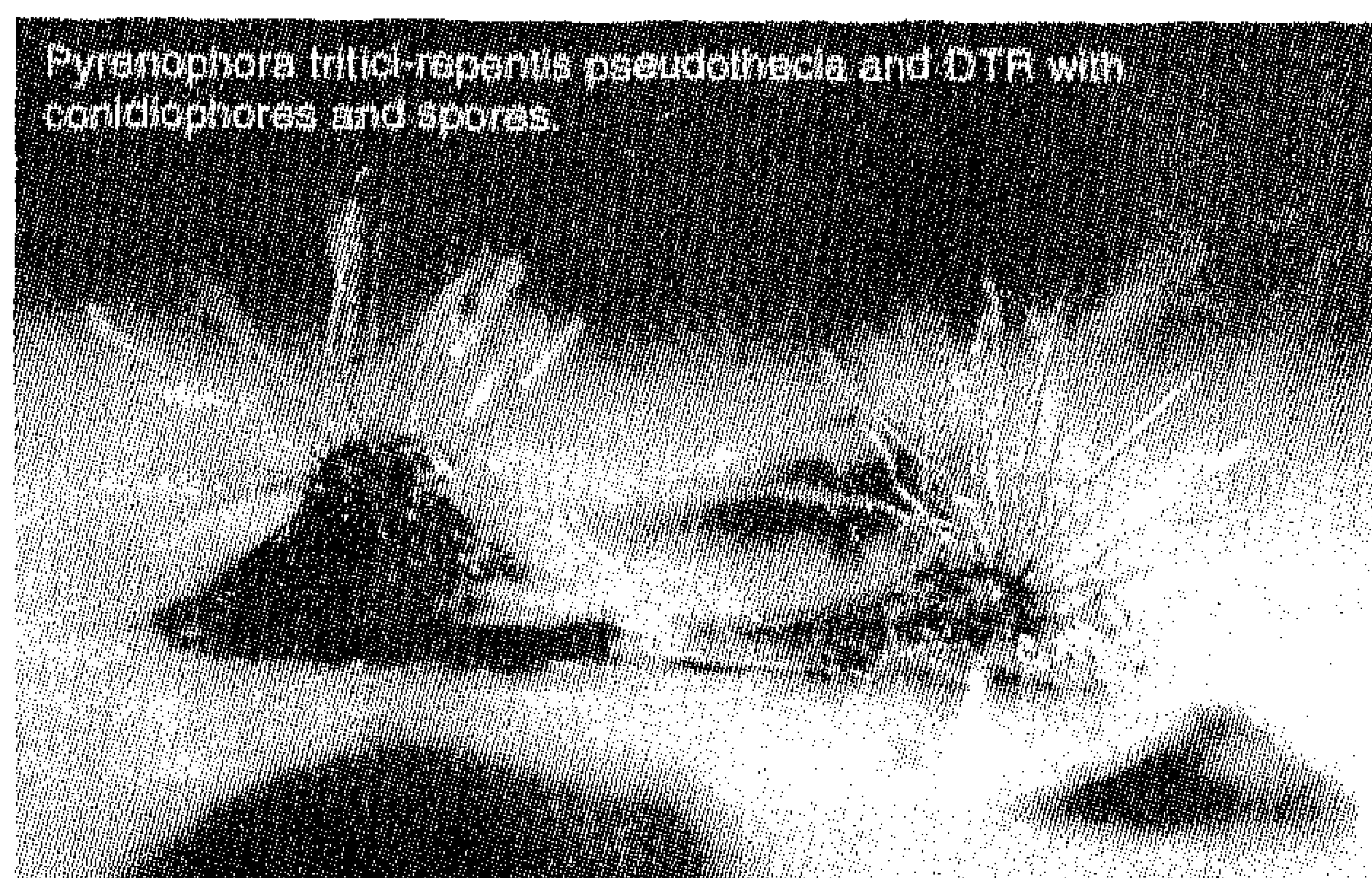
عن: (**Jayasena & Loughman 2001**،)

في الشكل 1047 مخططا لدورة مرض التخطط الشيبكي على الشعير.



شكل **10.47**: دورة المرض للفطر Pyrenophora teres.

عن: (**Platz،2004**)



شكل 10.48: الثيسات الكاذبة والحوامل الكونيدية والكونيدات للفطر Pyrenophora tritici-repentis

عن:

http://rds.yahoo.com/S=96062883/K=pyrenophora/v=2/SID=w/l=IVR/SIG=13347tgvv/EXP=1139583450/*-http%3A//www.biologie.uni-halle.de/zool/dev_biol/projects/Bustiftg/Pilze/Mycopix2



شكل 10.49: الأكياس والأبواغ الكيسية للفطر Pyrenophora tritici-repentis

عن:

http://rds.yahoo.com/S=96062883/K=pyrenophora/v=2/SID=w/l=IVR/SIG=133ci0aim/EXP=1139583174/*-http%3A//www.biologie.uni-halle.de/zool/dev_biol/projects/Bustiftg/Pilze/Mycopix2

يصيب الفطر *Pyrenophora tritici-repentis* القمح مسببا مرض البقعة الدباغية(Dushnicky *et al.*،1998). يكون الفطر الكونيدات في ثيسات كاذبة (شكل 10.48) وأبواغ كيسية مجزأة (شكل 10.49). معظم أمراض *Cochliobolus* و *Pyrenophora* تشجع في ظروف درجات الحرارة المعتدلة الى الدافئة (19 – 32 مْ) والرطوبة العالية.

السيطرة على المرض (Control)

1. الطرق الزراعية: الدورة الزراعية وإختيار موعد الزراعة المناسب والإهتمام بالتسميد المناسب (النتروجيني والبوتاسيوم ، وسيليكات الكالسيوم بالنسبة لمرض تبقع الرز) ومعاملة البذور بالحرارة (53 – 54 مْ لمدة 10 – 12 دقيقة) بالنسبة للأمراض التي تنتقل فطرياتها المسببة بواسطة البذور(Stack & McMullen،1998؛ Elazegui *et al.*،2002).

2. إستخدام الأصناف المقاومة حيث تعتبر من الطرق الأمينة والفعالة في الوقاية من هذه الأمراض.

3. المكافحة الحيوية: هناك عدد من البحوث تشير الى فاعلية بعض الأحياء الدقيقة المضادة في مكافحة المرض. فإستخدام الفطر *Bipolaris oryzae* على بذور القمح خفض من نسبة وشدة الإصابة بالفطر *C. sativus* (Sarhan *et al.*،1991) . وأظهرت الأحياء الدقيقة المضادة *Chaetomium sp*. و*Idriella bolleyi* و *Gliocladium roseum*) Knudsen *et al.*،1995. وكذلك المعاملة بأحد سلالات البكتريا *Pseudomonas chlororaphis* (Johnsson *et al.*،1998).

4. المكافحة الكيميائية: تستخدم المضادات الحيوية الفطرية مثل Grisepfulvin وNystatin وAureofungin في وقاية البادرات. كما تستخدم المبيدات الكيميائية Edifenphos وMancozeb وPropiconazole في السيطرة على المرض وعلى الإصابات الثانوية لمرض التبقع البني على الرز(Elazegui *et al.*،2002).

الفطريات الكيسية والناقصة المسببة لأمراض التسوس
Ascomycetes and Imperfect Fungi Causing Canker Diseases

يعتبر التسوس من اكثر أمراض الأشجار تدميرا. والتسوس عبارة عن أجزاء ميتة من قلف الجذع او الأفرع أو الأغصان للأشجار. تتسبب أمراض التسوس عن الإصابة ببعض الفطريات والبكتريا وبعض الفايروسات إلا ان اغلبها تتسبب عن بعض الفطريات الكيسية. إن معظم الفطريات المسببة للتسوس ليست خصوصية العائل حيث يكون لها مدى عوائليا واسعا. كما انها يمكن ان تنمو على الأغصان الساقطة على الأرض وغيرها من الأخشاب الميتة. والعديد منها تمثل ممرضات ثانوية ذات طور جنسي ولاجنسي يمكن ان تظهر أو لا تظهر على النبات نفسه وفي الوقت نفسه. معظم الفطريات المسببة للتسوس تشتي بهيئة غزل فطري أو اجسام ثمرية على الأجزاء المصابة أو الأخشاب الميتة (Shurtleff، 1997).

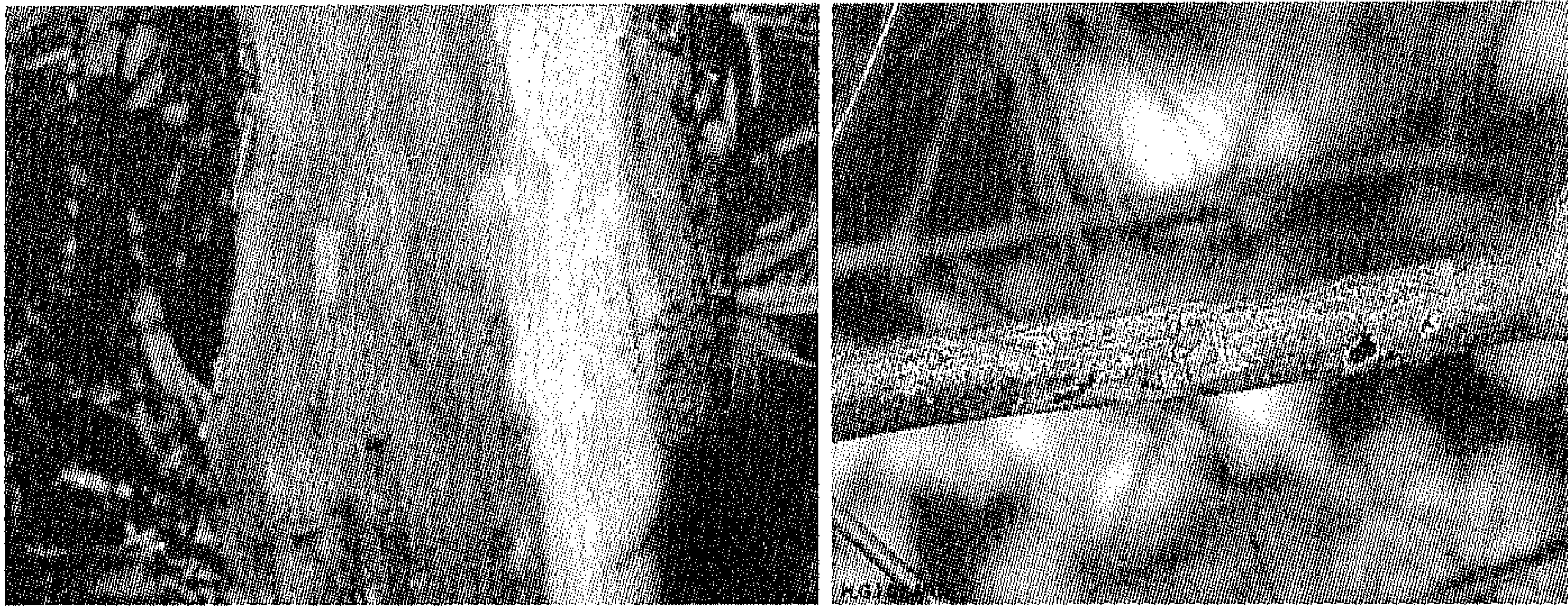
تطور المرض (Development of Disease)

معظم الفطريات المسببة للتسوس تخترق القلف عبر الجروح المتسببة عن كسور الأفرع والأغصان، التقليم، أذى الحشرات واذى البرد. عند حصول النمو الثانوي في سيقان الأشجار يقوم الكامبيوم الوعائي بتكوين خشب ثانوي الى الداخل ولحاء ثانوي الى الخارج مما يؤدي الى زيادة قطر ساق الشجرة. يرافق ذلك ومنعا لتعرض هذه النموات الجديدة الى الخارج، يقوم الكامبيوم الفليني الذي ينشأ من تحول طبقة من خلايا القشرة، بتكوين خلايا فلينية الى الخارج وخلايا برنكيمية الى الداخل تمثل القشرة الثانوية. إن بقايا نسيج البشرة الذي يتمزق عادة سوية مع طبقات القشرة الأولية والقشرة الثانوية بما فيها الخلايا الفلينية تمثل القلف. يشكل القلف حاجزا ميكانيكيا وكيميائيا مهما أمام إختراق المسببات المرضية. لذلك فإن معظم الفطريات المسببة للتسوس تخترق القلف عبر الجروح المتسببة عن العوامل المذكورة أعلاه، كما تدخل عن طريق آثار الأوراق والعديسات.

يمكن للمسببات الفطرية بدء عملية الإختراق بعد فترة قصيرة من حصول الجروح بسبب بعض التغيرات الفيزيائية والكيميائية التي تحصل في النسيج بعد فترة وتكون مضادة للمسببات المرضية. وما ان يتم الإختراق، تقوم الفطريات بغزو مزيد من الأنسجة وتؤدي الى إضعاف الشجرة وتلف أنسجة الخشب في المناطق المصابة وتكسر الفرع أو الغصن وربما موت الشجرة. توفر التسوسات مداخل لغزو فطريات وبكتريا ثانوية وحشرات (Weguloو Gleason،2001؛ Tisserat،2004).

يبدو ان ردود فعل النبات النسيجية متشابهة تجاه أذى الجروح او المسبب الفطري، كما هو في بادرات الخوخ المعرضة للجروح أو الإصابة بالفطر *Cytospora leucostoma* حيث تتمثل بتكوين الصمغ وتغيير في كاربوهيدرات جدار الخلية ولكننة الجدار وتكوين نسيج مسوبر غير منفذ كجزء من عملية تكوين القشرة الفلينية. لكن الفطر الممرض يعمل على تعطيل ردود الفعل هذه (Biggs،1984).

يمكن كشف الغزل الفطري في الأنسجة المتلونة وضمن 1 الى 2 ملم في الأنسجة المحيطة التي تبدو سليمة (Shurtleff،1997).



شكل 10.50: تسوس حديث على فرع شجرة(يمين) وتلون الخشب تحت القلف المتسوس(يسار)

عن:

http: / /www.agnr.umd.edu /USERS /HGIC /diagn /needle /evergreen_ cankerdiseases.html

و(Weguloو Gleason،2001)

الأعراض (Symptoms)

تختلف اعراض التسوس بإختلاف الفطر الممرض ونوع الأشجار والظروف البيئية.

1. تسوسات القلف الرقيق (Thin Bark Cankers): التسوسات التي تظهر على الأشجار ذات القلف الرقيق تكون في مناطق محددة، غائرة قليلا ومضغوطة. الأجزاء الخارجية السليمة منه تبدو فاتحة اللون بينما تكون الأنسجة المتسوسة مشوبة باللون الأحمر أو البني أو الأسود (شكل 10.50). كما انها يمكن ان تكون مائية، راتنجية وتفرز عصير ذو رائحة كريهة.

2. تسوسات القلف السميك (Thic Bark Cankers): تكون اصعب على الملاحظة ويتطلب فحصها إزالة القلف الخارجي. هذا التسوس يمتد طوليا ويمكن ان تكوّن الفطريات الممرضة تراكيب تكاثرية على سطحه تتراوح بين الصغيرة الكثيرة العدد التي تبدو كنقاط مثل الفلفل الأسود الى ما يشبه الكتل المرجانية الحمراء.

بعض المسببات الفطرية لاتتمكن من النمو إلا خلال فترات النمو البطيء للشجرة في أواخر الخريف الى بداية الربيع حيث تتوقف مع زيادة نمو الشجرة في الربيع بسبب تكوّن مواد كيميائية مضادة للأحياء الدقيقة وظهور أنسجة دفاعية جديدة تسمى الكالوس. وهذه التسوسات تكون تسوسات حولية (Annual Cankers) تترافق مع الموت التراجعي للأفرع والأغصان بسبب الإجهاد الناتج عن درجات الحرارة والرطوبة غير الملائمة للنمو. إن معظم التسوسات الحولية تتسبب عن فطريات *Fusarium* و *Fusicoccum* التي تهاجم النباتات الضعيفة (Shurtleff،1997).

3 – التسوس المنتشر (Diffused Canker): يحصل نتيجة للنمو السريع للممرض الذي لا تتمكن العوائق الدفاعية للشجرة من إيقافه ويمكن ان يطوق الجذع ويقتل الشجرة.بعض المسببات المرضية تتمكن من البقاء والأستمرار بتوسيع التسوس لأكثر من عام محدثة تسوسا معمرا (Perenial Canker) (شكل 10.51). ويمكن ان تتكون تسوسات تشبه لوحة التصويب عندما يتمكن المرض من الغزو البطيء لحلقات الكالوس الدفاعية التي تتكون كل ربيع.



شكل 10.51: تسوس معمر على شجرة الخوخ، لاحظ الراتنج الصمغي الذي يسيل من التسوس

عن:

D:\plant diseases\CANKER\PlantTalk Canker و (Tisserat،2004)

diseases on deciduous trees 2.htm

تختلف حساسية الأشجار للإصابة بالتسوس حسب نوعها، فهناك أنواع من الأشجار تكون أكثر عرضة للإصابة كما هي أشجار الصفصاف (*Salix spp.*) وهجنها والحور القطني(*Populus deltoides*) Cottonwood والدردار السيبيري(*Ulmus pumila*)وأشجار الغلاديشيا(*Gledetsia triacanthos*) Honeylocust وأشجار الخوخ (*Prunus spp.*) خصوصا (*P. cerasifera* و *P. persica*) والزيتون الروسي (*Eleagnus angustifolia*) وأشجار عرعر جبال روكي (*Juniperus scopulorum*) واصناف توت الزينة الأبيض والأحمر (*M. alba* و *Morus rubra*).

كما تظهر الأشجار المصابة ذبول الأوراق في الأفرع المصابة دون غيرها وهذا العرض يمكن ان يجلب الأنتباه لإحتمال الإصابة بالتسوس.

يشجع تكون التسوسات بظروف الإجهاد التي تتعرض اليها الأشجار كالإنخفاض الشديد في درجات الحرارة وأذى البرد والجفاف والفيضان التي تضعف مقاومة الشجرة للإصابة. كما ان تعفن الجذر لأسباب مختلفة وأذى المبيدات الكيميائية والصدمة التي تتعرض لها شتلة الشجرة عند نقلها تسهم في إضعاف مقاومة الشجرة(Wegulo & Gleason،2001؛ Tisserat،2004).

الفطريات المسببة: من بين اهم الفطريات المسببة للتسوس:

Botryosphaeria dothidea الذي يسبب التسوس على أشجار التفاح والخوخ وغيرها.

Ceratocystis fimbriata مسبب التسوس على اشجار الكاكاو والبن وأشجار الثمار اللوزية.

Cryptodiaporthe populea مسبب تسوس Dothichiza على اشجار الحور (Poplar).

Dibotryon morbosum مسبب التعقد الأسود في الخوخ والكرز.

Cryphonectria (Endothia) parasitica مسبب مرض لفحة الكستناء.

Eutypa armeniacae مسبب مرض الموت التراجعي في العنب والمشمش.

Eutypella parasitica مسبب تسوس الجذع Eutypella على أشجار القيقب (Maple).

Gremmeniella abietina مسبب تسوس *Scleroderris* في اشجار المخروطيات.

Hypoxylon mammatum مسبب تسوس *Hypoxylon* على اشجار الحور الرجراج (Aspen).

Nectria galligena مسبب التسوس على أشجار التفاح والكمثرى والعديد من اشجار الغابات.

Leucostoma sp. (Valsa sp . مسبب تسوس الخوخ والعديد من الأشجار المثمرة

و70 نوع من أشجار الخشب الصميمي (Agrios،1997).

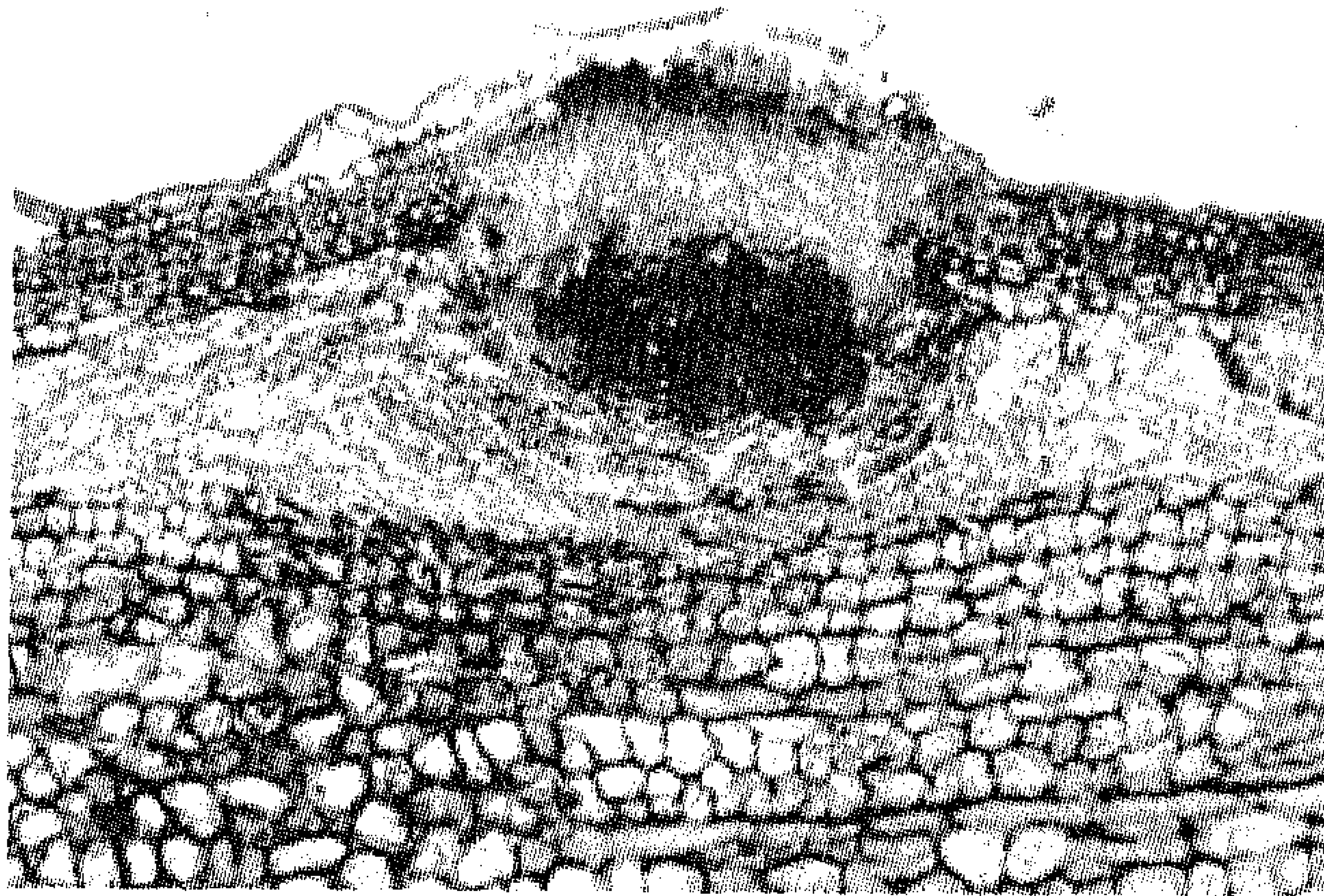
Phomopsis arnoldiae مسبب تسوس اشجار الزيتون الروسي (*Eleagnus angustifolia*) واشجار المخروطيات وعريضة الأوراق.(*Diplodia pinea*) *Sphaeropsis sapinea* (Wegulo & Gleason،2001) .

Coniothyrium spp. مسبب التسوس على نبات الورد (Villegas،2002).

تسوسات الفطر(Valsa sp) Leucostoma sp.

Cankers Caused by Leucostoma sp.

تسبب فطريات *Leucostoma* الشكل الكونيدي:(*Cytospora*) مرض التسوس على أشجار القيقب (*Acer* spp.) والخوخ (*Prunus spp*.) والحور القطني (*Populus* spp.) والصفصاف (*Salix* spp.) والدردار(*Ulmus* spp). واشجار البيسية Spruce (*Picea* spp).) والعديد غيرها.تسبب فطريات *L. persooni* و *L. cinctum* تسوسات *Cytospora* أو التسوسات المعمرة على اشجار الخوخيات (*Prunus* spp.). وهي من اكثر انواع التسوس تدميرا وإنتشارا على هذه الأشجار وأشجار خوخيات الزينة.



شكل 10.52: مقطع عرضي في تسوس متسبب عن الفطر Cytospora chrysoperma **على شجرة الحور يبين ظهور البكنيدة من خلال القلف**

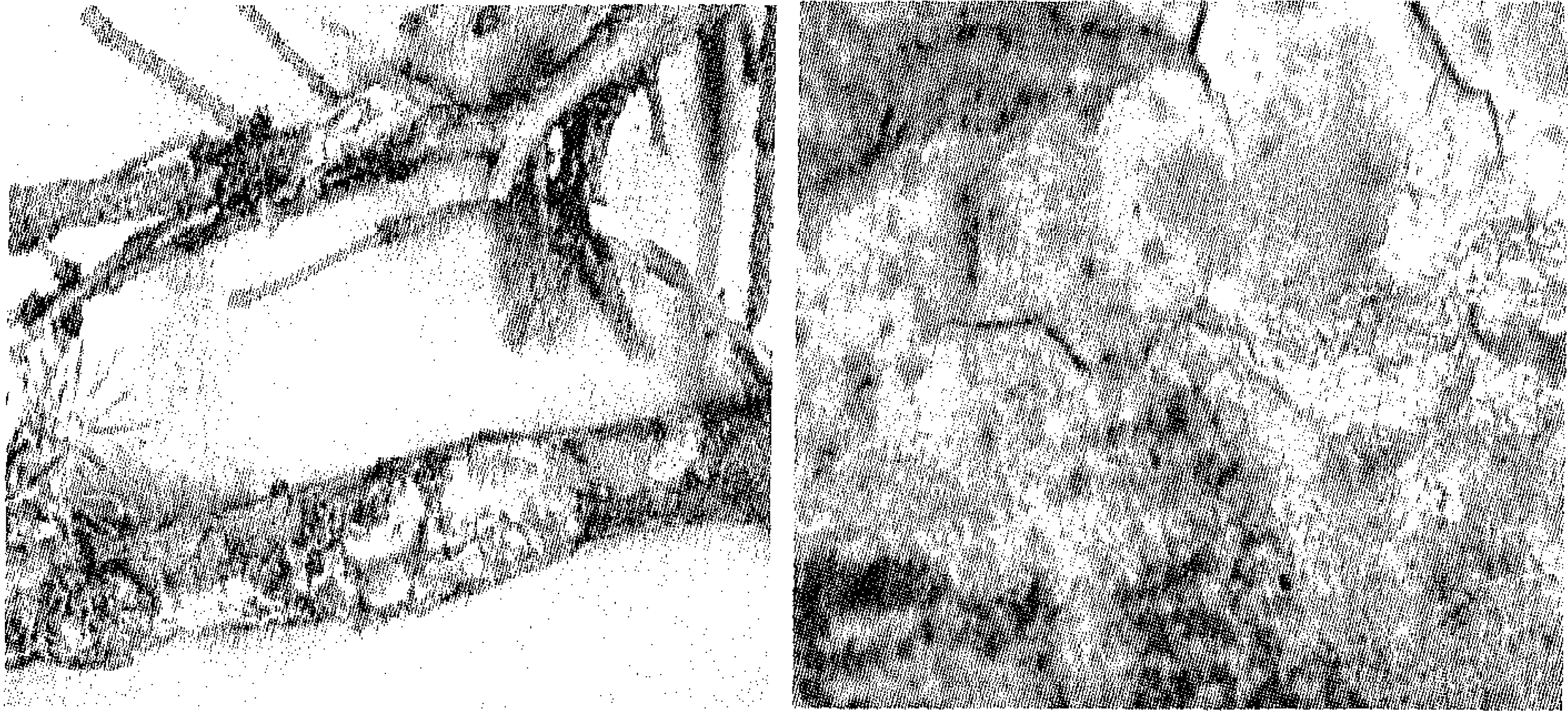
في الأشجار السليمة يخترق الفطر عبر الأنسجة المتضررة مؤديا الى تكوين تسوسات غائرة. ويتسارع تطور المرض في الأشجار التي تعاني من إجهاد الإنجهاد أو الجفاف وينزل التسوس الى الأطراف السفلى من الشجرة منتجا تسوسا منتشرا. يتلون الخشب العصيري تحت الأنسجة المتسوسة بلون بني محمر. تتكون بكنيدات الفطر التي تكون بحجم رأس الدبوس، سوداء اللون وتخرج خيوطا من أبواغ الفطر في الأجواء الرطبة (شكل 10.52). تنتشر الأبواغ بواسطة رشاش المطر والحشرات ويتغطى سطح التسوس بمواد صمغية راتنجية كما في العديد من الأمراض الأخرى. يزداد حجم التسوس سنة بعد اخرى وتظهر الأفرع والأغصان موتا تراجعيا بسبب تطويق التسوس(Agrios،1997؛ Tisserat،2004).

تسوسات الفطر Valsa

Cankers Caused by Valsa

يسبب الفطر *Valsa sordida* تسوس الحور والصفصاف الواسعة الإنتشار والتي تترافق دائما مع أضرار الجفاف والإنجهاد. يسبب هذا الفطر موت تراجعي حولي للأفرع والأغصان او تسوسات معمرة بطيئة الإنتشار، أما تسوس الجذع فتصعب ملاحظته. في الأجواء الرطبة تخرج من الأجسام الثمرية للفطر في التسوسات كتل بوغية برتقالية براقة يصل طولها الى حوالي 12 ملم (شكل 10.53).

أما على اشجار البيسية الزرقاء (*Picea pungens*) فيظهر التسوس أولا على الأجزاء السفلى من تاج الشجرة ويتغير لون الأوراق الأبرية الى اللون الأرجواني او البني وتسقط قبل الأوان. وتشيع التسوسات في مناطق التفرع من الجذع وتتغطى بصبغة بيضاء تقطر على الأفرع القريبة. أما الخشب تحت التسوس فيكون راتنجيا ذو لون أزرق – بني وقد تظهر بكنيدات الفطر التي تطغي عليها الإفرازات. تؤدي التسوسات العديدة الى موت الأفرع السفلية من الشجرة.



شكل 19.53: تسوس Valsa sordida على أشجار الحور يبين خروج أبواغ الفطر بشكل إفرازات برتقالية اللون(يمين) والتسوس على أفرع اشجار الصنوبريات وتكون المواد الراتنجية البيضاء
عن: (Tisserat،2004) و(Wegulo & Gleason،2001)

تسوسات الفطر Nectria

Cankers Caused by Nectria

تصيب فطريات *Nectria* أشجار الظل النفضية والتفاح البري (*Mallus spp*.) والكمثرى (*Pyrus spp*.) والحور الرجراج (Aspen) والجوز الأسود(*Juglans nigra*) والدردار الأمريكي (*Ulmus americana*) وغيرها.

الفطر *Nectria cinnabarina* وهو من الفطريات الإنتهازية على أشجار التفاح والدردار(*Aesculus*) Ash واشجار البتولا *Betula* (Birch)وشجرة المطر الذهبي Honeylocust (*Gledetsia*)والغلاديشيا Goldenraintree (*Koelreuteria paniculata triacanthos* والقيقب(*Acer*) Maple والتوت(*Morus*) Mulberry والبلوط *Quercus* . يسبب الفطر تسوسات حولية قرب نهاية الفرع عادة والتي تكون مضعفة بسبب الجفاف أو الإنجهاد ونادرا ما يصبح موتا تراجعيا يمتد الى الأفرع الكبيرة او الجذع إلا في الأشجار الشديدة التضعيف. تظهر على التسوس وسادات كونيدية وردية مرجانية

الشكل للفطر (Tisserat،2004 ؛Wegulo & Gleason،2001).

الفطر (*Thyronectria austroamericana*) *Nectria austroamericana* يسبب على اشجار الغلاديشيا تسوسا خطيرا واسع الإنتشار ينشأ خصوصا على أصول الجذوع المقطوعة وأماكن التقليم ومناطق حروق الشمس. التسوس يكون إهليليجيا مضغوط قليلا أحمر – برتقالي اللون وذو حواف كالوسية كما يحمر الخشب تحت القلف ويمكن ان يسيل من التسوس سائل بني محمر يصبغ القلف الخارجي. مع الوقت يتغير لون التسوس الى دباغي فاتح ويتشقق (شكل 10.54 و10.55).

تتكون مجاميع من بكنيدات الفطر الحمراء – الوردية والتي يتغير لونها الى الأسود أخيرا والتي تنتج كونيدات الفطر، كما تظهر في التسوسات القديمة الثمار الكيسية الدورقية للفطر البنية الفاتحة التي تكوّن الأبواغ الكيسية. إن الأشجار المصابة تكون مصفرة الأوراق وتظهر موت تراجعي على الأفرع وضعيفة النمو. أما تطويق التسوس لجذع الشجرة فيمكن ان يؤدي الى موتها (Tisserat،2004 ؛Wegulo & Gleason،2001).

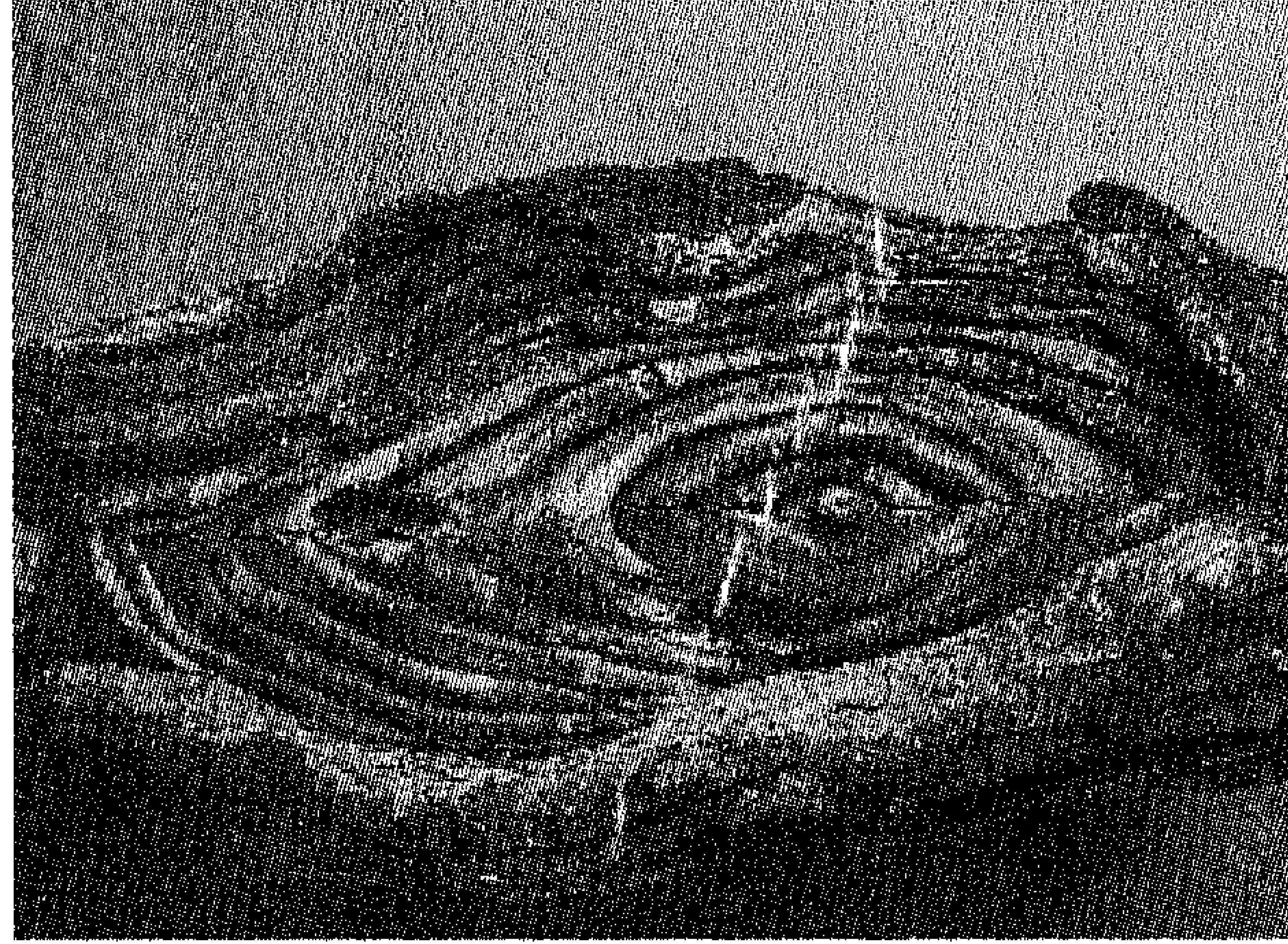
الفطر *Nectria galligena* يصيب انواع مختلفة من الأشجار. يتكاثر الفطر *Nectria* جنسيا مكونا ثمار كيسية دورقية براقة اللون على سطح حشية فطرية تشبه الوسادة، الأبواغ الكيسية ثنائية الخلية تنطلق بقوة وتنتشر بواسطة الهواء أو المطر أو الحشرات. لكن الأنواع المختلفة تكوّن أطوار كونيدية مختلفة. الفطر *N. galligen* يكوّن كونيدات صغيرة أحادية الخلية واخرى كبيرة مؤلفة من 2 الى 4 خلايا إسطوانية من نوع *Cylindrocarpon* على وسادة فطرية صغيرة، بيضاء أو صفراء او وردية – برتقالية. تنتشر كونيدات الفطر بواسطة الهواء والمطر والحشرات. يسبب الفطر تسوسات مشابهة لما يحدثه الفطر *Nectria cinnabarina* على عدد من الأنواع لكنها تكون حولية. ويمكن ان يحدث الفطر تسوس لوحة التصويب على بعض أنواع الأشجار (شكل 10.56)(Agrios،1997؛ Tisserat،2004).



شكل **10.54**: تسوس Nectria austroamericana على شجرة الغلاديشيا
عن: (Tisserat،2004)



شكل **10.55**: تسوسات على اشجار الغلاديشيا متسببة عن الفطر Nectria
D:\plant diseases\CANKER\PlantTalk Canker diseases on deciduous trees 3.htm و(**Wegulo & Gleason،2001**)



شكل 10.56: أعراض تسوس لوحة التصويب الذي يسببه الفطر N. galligena
عن: (**Wegulo & Gleason،2001**)

تسوسات الفطر Botryosphaeria

Cankers Caused by Botryosphaeria

تسبب فطريات *Botryosphaeria* أمراض التسوس على العديد من الأشجار ونباتات الزينة الخشبية. وهي فطريات إنتهازية تعيش على قلف الأشجار لكنها سرعان ما تهاجم القلف الذي يكون قد تضرر من الإنجهاد أو الجفاف وحرقة الشمس أو الذي سبق إصابته بفطريات اخرى او تعرض لأذى الحشرات. التسوس حولي يتراوح حجمه بين البقع الصغيرة المتطاولة على القلف الخارجي الى التسوسات الكبيرة المنتشرة على الجذوع أو الأفرع الشديدة التضرر. يسبب الفطر *B. stevensii* تسوسات راتنجية، مسطحة، متطاولة على أشجار عرعر جبال روكي (*J. scopulorum*) والأرز الأحمر. يحصل التسوس خصوصا عند تشعبات الأفرع. إن التسويسات المطوقة يمكن ان تسبب موت سريع للأفرع أو الأجزاء العليا من الشجرة. يمكن ان يكوّن الفطر اجسام ثمرية صغيرة سوداء لكنها تحجب بالقلف الميت.

أما الفطر *B. dothidea* فهو مسبب تسوس شائع على اشجار التفاح البري المزهر

Crabapple (شكل 10.57) والدردار وأشجار الوردية Rhododendrons وغيرها من الأشجار النفضية. كما يسبب تسوسات على الصنوبر الأبيض الشرقي وتنوب دوغلاس والتنوب الحقيقي وأن هذه التسوسات مشابهة لما ذكر عن تسوسات الفطر *B. stevensii*.



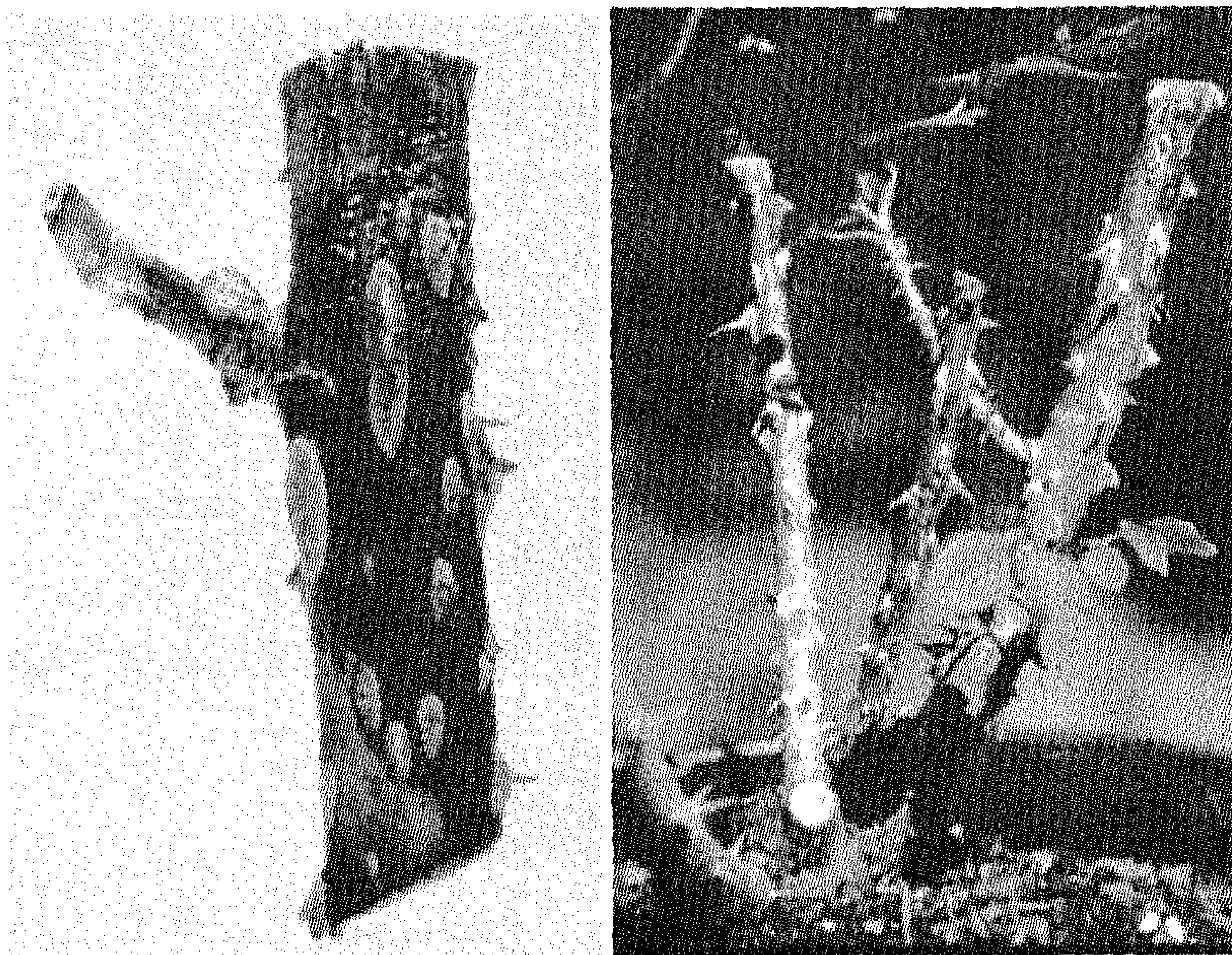
شكل 10.57: أعراض التسوس على شجرة التفاح البري
المتسبب عن الفطر B. dothidea
عن: (Tisserat،2004)

تسوسات الفطر Coniothyrium spp.

Cankers Caused by Coniothyrium spp.

تسبب هذه الفطريات تسوس الطعم على سيقان نباتات الورد المتعرضة لفترات طويلة من الأجواء الباردة الرطبة. تهاجم هذه الفطريات سيقان الورد من خلال مواضع التقليم في الربيع، تصفر السيقان وتظهر بقع حمراء تتحول فيها بعد الى اللون البني أو الأسود (شكل 10.58). تظهر التراكيب الثمرية للفطر كبروزات سوداء من المناطق المصابة (شكل 10.59). كما يصاب نبات الورد بتسوسات تتسبب عن الفطريات *Cryptosporium minimum* و*Nectria cinnabrarina* (الشكل الكونيدي: *Tubercularia vulgaris*) و*Diaporthe eres* (الشكل الكونيدي: *Phomopsis*

oblonga) و1993، Gill & Horst) .*Diplodia* sp ؛2002 ،Villegas).



شكل 10.58: التسوس على سيقان نبات الورد
عن: (Villegas،2002)

السيطرة على المرض (Control)

1. تجنب زراعة الأصناف الحساسة وراثيا للتسوس وتلك التي لاتمتلك مقاومة تجاه الظروف البيئية غير الملائمة.

2. الأهتمام بظروف الزراعة المناسبة خاصة الشتلات الحديثة الزراعة والتي تشمل الري والتسميد المناسبين وتجنيب النباتات حرقة الشمس.

3. الحرص على عدم إحداث الجروح وتجنب التقليم في الأجواء الرطبة. إستخدام الطلاء المحتوي على مبيدات فطرية يساعد على الوقاية من حصول التسوس. وينصح برش مناطق التقليم بمبيد البينوميل بعد إجراء التقليم.

4. إزالة التسوسات ومحيطها من الأنسجة السليمة يقلل من فرص تطورها ونشوء إصابات جديدة. كذلك إزالة الأفرع والأغصان المتسوسة وحرقها.

5. مكافحة الحشرات خاصة الحفارات لتجنب حصول منافذ الإختراق للفطريات وتقوية الأشجار (Agrios،1997؛ Shurtleff،1997؛Wegulo & Gleason،2001؛ Tisserat،2004).



شكل 10.59: التراكيب التكاثرية للفطر المسبب للتسوس على الورد
عن:: (**Villegas،2002**)

أمراض الأنثراكنوز المتسببة عن الفطريات الكيسية والناقصة
Anthracnose Diseases Caused by Ascomycetes and Imperfect Fungi

Diplocarpon وGlomerella وGnomonia وElsinoe وDisculaتتسبب أغلب أمراض الأنثراكنوز عن المسببات الفطرية الكيسية*Diplocarpon* و*Glomerella* و *Gnomonia* و*Elsinoe* والفطريات الناقصة *Colletotrichum* و*Coryneum* و *Melanconium* على العديد من أنواع النباتات بما فيها الخضروات والفواكه والأشجار. يظهر المرض على أجزاء النبات المختلفة، لكنها تتركز على الأوراق والثمار الناضجة كما تظهر على السيقان والجذور وفي مختلف مراحل النمو. تظهر الأعراض أولا على الأوراق بشكل بقع صغيرة، غير منتظمة صفراء، بنية وبنية داكنة أو سوداء. ويمكن ان تتوسع البقع لتشمل الورقة كلها. يمكن ان تظهر تسوسات على أعناق الأوراق والساق مؤدية

الى تساقط الأوراق وتعفن الثمار والجذور. أما على الثمار فتظهر بقع دائرية صغيرة مائية غائرة ذات حواف مرتفعة قليلا، تتوسع فيما بعد. ويمكن ان تظهر البقع مرتفعة وذات سطوح فلينية في بعض النباتات. كما يمكن أن تسقط الثمار المصابة وتتعفن.

أمراض الفطر Diplocarpon

يسبب الفطر *Diplocarpon* مرض التبقع الأسود على الورد ومرض سفعة الأوراق على نبات الشليك. مرض التبقع الأسود على الورد ويسمى أيضا تبقع الأوراق وتلطخ الأوراق والعفن السخامي النجمي ويعتبر هذا المرض من اهم أمراض نبات الورد على نطاق العالم.

الأعراض (Symptoms)

تظهر بقع صغيرة سوداء سخامية بقطر 2 ملم على السطح العلوي للأوراق والساق غير الناضج. تتوسع البقع لتصل الى قطر 12 ملم وتكون دائرية ذات حواف ريشية مشرشبة. بعدها تظهر حواف صفراء تمتد وتحصل حالة إصفرار يمكن ان تشمل كامل الورقة (شكل 10.60). مع نهاية موسم النمو يحصل سقوط اوراق وتظهر بقع أو لطخات أرجوانية حمراء مرتفعة غير منتظمة على الخشب غير الناضج.

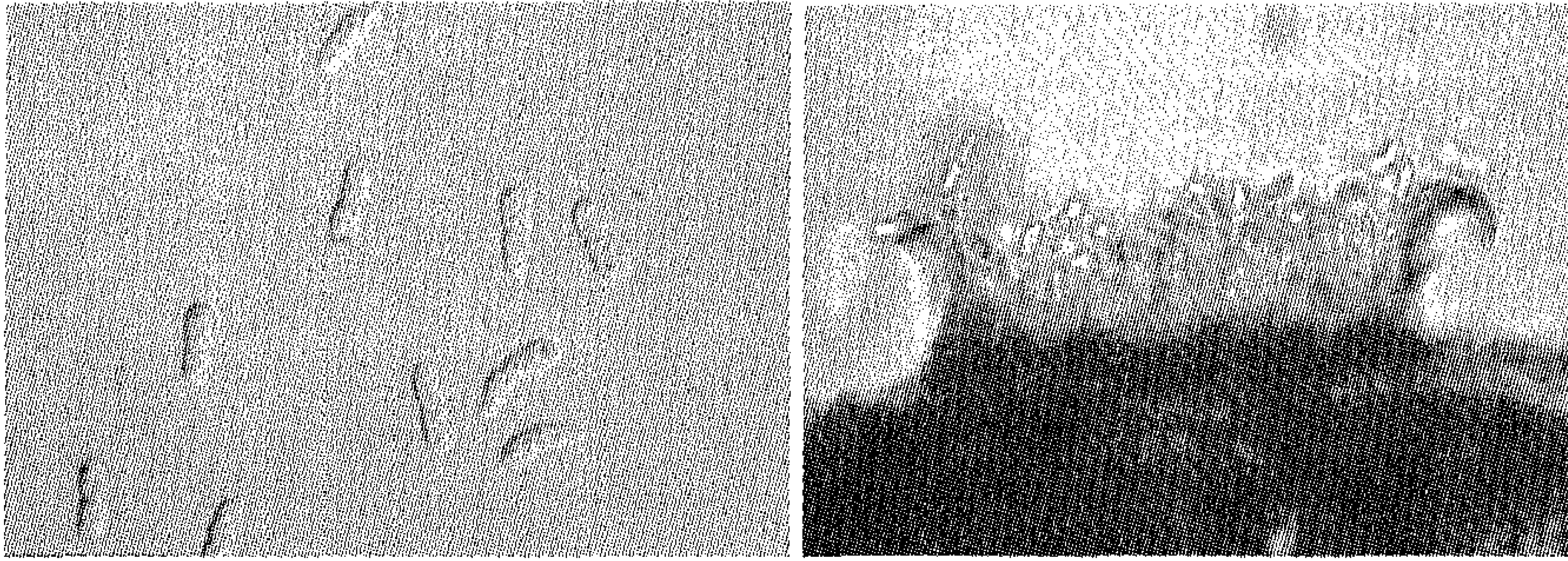


شكل 10.60: أعراض مرض التبقع الأسود على اوراق الورد

تطور المرض (Development of Disease)

تنبت كونيدات الفطر على سطوح الأوراق عند توفر الماء الحر لمدة 7 ساعت على الأقل. تخترق انابيب الإنبات سطح الورقة إختراقا مباشرا وينمو الفطر ما بين الخلايا ويرسل ممصات الى داخلها. بعد حوالي اسبوعين يكوّن الفطر حصائر فطرية ما بين الأدمة ونسيج البشرة. تتمزق الأدمة نتيجة ضغط الحوامل الكونيدية والكونيدات النامية وتتحرر الكونيدات التي تنتج طيلة موسم النمو وتقوم بإحداث إصابات جديدة.

يشتي الفطر على الأوراق والسيقان المصابة كغزل فطري ويمكن ان يكوّن أجسام ثمرية بشكل ثمار كيسية قرصية صغيرة على القروح القديمة. الإصابات الأولية يمكن ان تنشأ عن الكونيدات أو الأبواغ الكيسية. يتسبب المرض عن الفطر *D. rosae* ويكوّن الشكل الكونيدي *Marssonina rosae* الذي يكوّن الكونيدات ضمن حصيرة فطرية (شكل 10.61).



شكل 10.61: الحصيرة الفطرية والكونيدات (يمين) وكونيدات ألفطر Marssonina rosae (يسار)

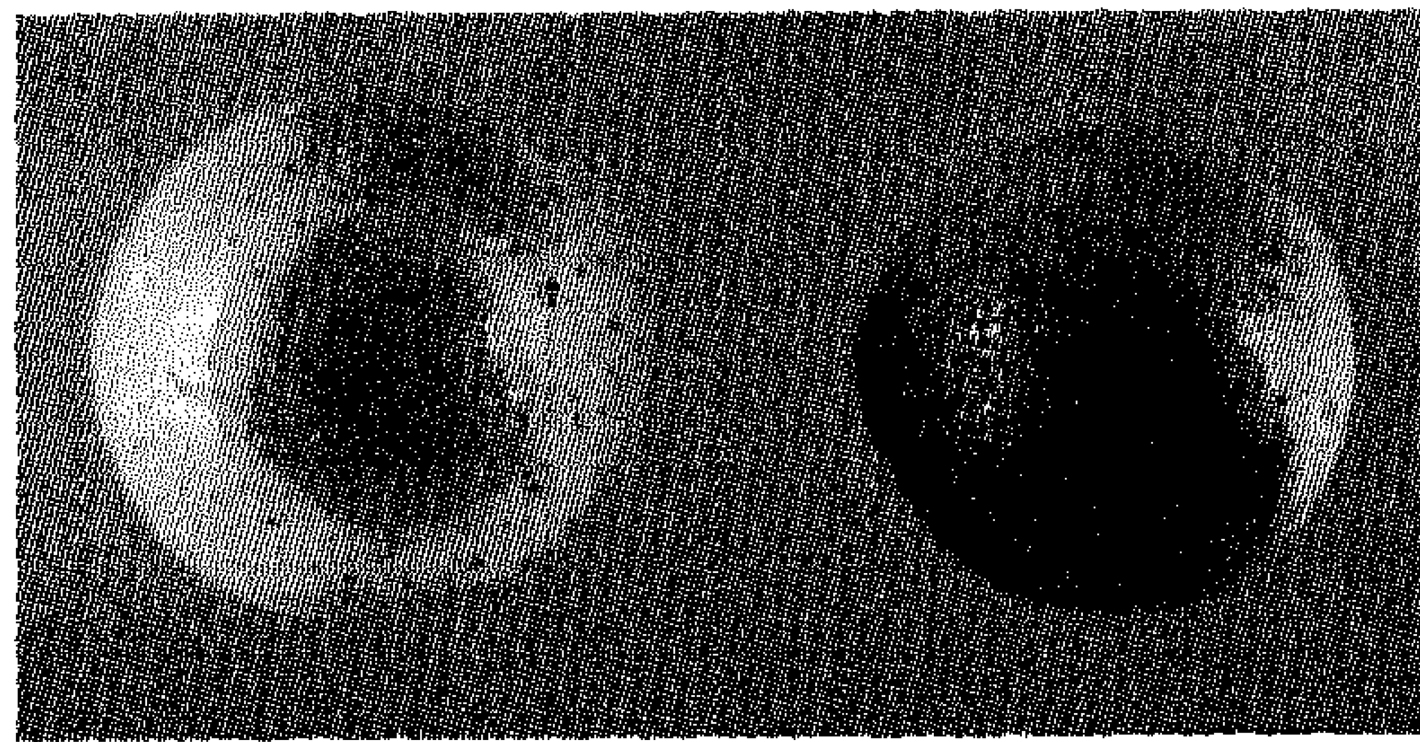
عن:

http: / /rds.yahoo.com /S=96062883 /K=diplocarpon /v=2 /SID=w / l=IVR /SIG=12uo8m0cd /EXP=1139862045 /*-http%3A / /www.forst.tu-muenchen.de /EXT /LST /BOTAN /LEHRE /PATHO /ROSA /diploca.htm

أمراض الفطر Glomerella

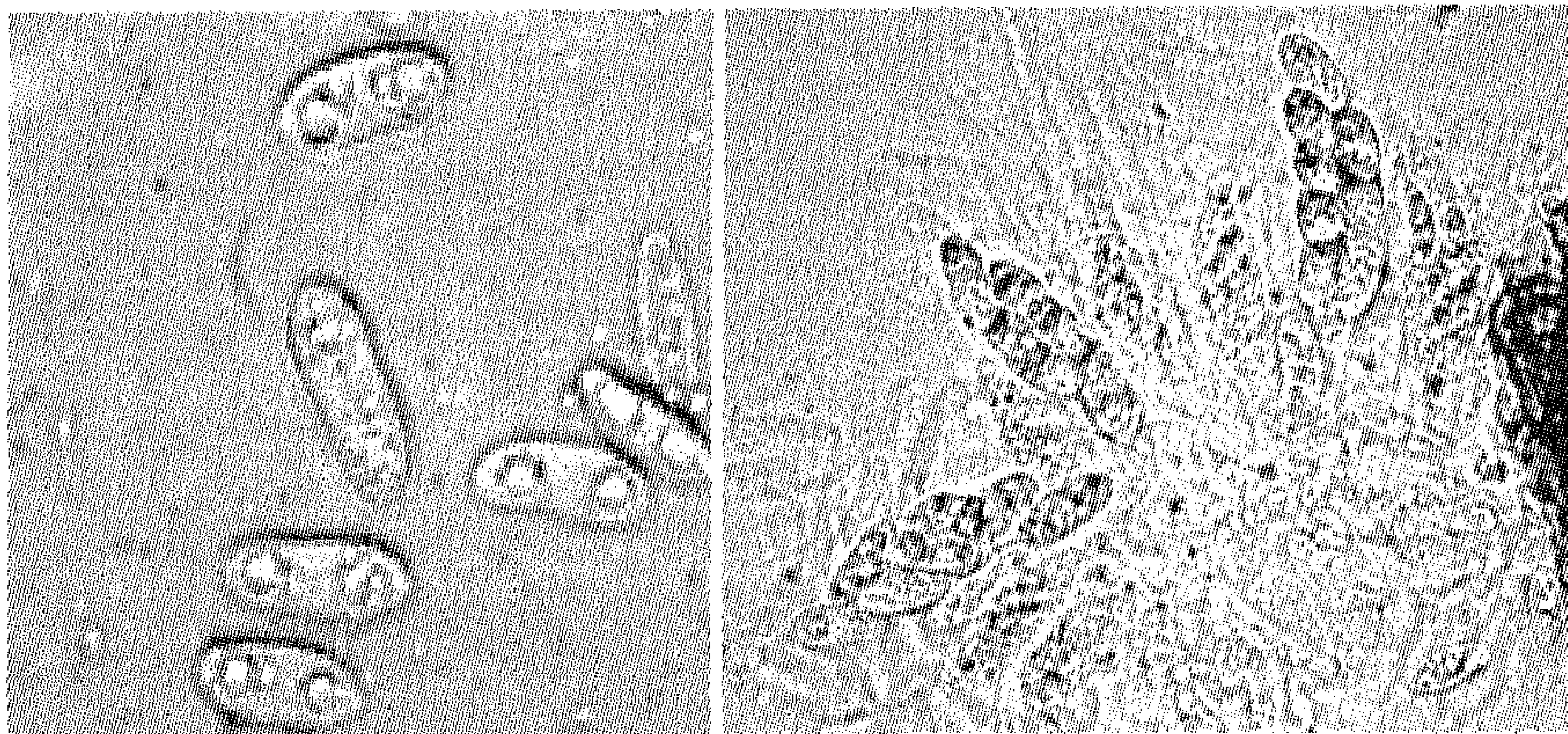
تعفن الثمار (Fruit Rot)

يسبب الفطر *Glomerella cingulata* عددا من الأمراض على الثمار منها مرض تعفن النضج(Ripe Rot). وهو من الأمراض المهمة على الثمار ومنها محصول العنب. يمكن ان يصيب الفطر ثمار العنب في جميع مراحل تكونها لكن الثمار غير الناضجة (الخضراء) لاتتعفن إلا بعد نضجها، وهذا قد يرجع الى إختلاف مقاومتها للإصابة في مراحلها المختلفة. يتحول لون الثمرة المتعفنة الى البني الداكن بصورة متجانسة على جزء من الثمرة او كلها وتظهر على سطحها كتل أبواغ الفطر الوردية أو البرتقالية اللون (شكل 10.62). الثمار المصابة تنكمش وتسقط او تتحول الى مومياء. يمكن أن تنتشر الإصابة بسرعة على الثمار وهي في الشجرة. تكون الإصابات الشديدة على الأصناف الحساسة من العنب التي يكون جلد الثمرة فيها برونزيا بينما الأصناف الداكنة اللون تكون مقاومة. يشجع تطور المرض في الأجواء الدافئة الرطبة. يكوّن الفطر أبواغ كيسية في ثمار كيسية دورقية على الثمار والتسوسات المتبقية في حالات قليلة وعلى أصناف معينة (شكل 10.63) (Cline،2000). ويكوّن الفطر كونيدات في حصيرة فطرية (شكل 10.64).



شكل 10.62: أعراض مرض تعفن النضج المتسبب عن الفطر

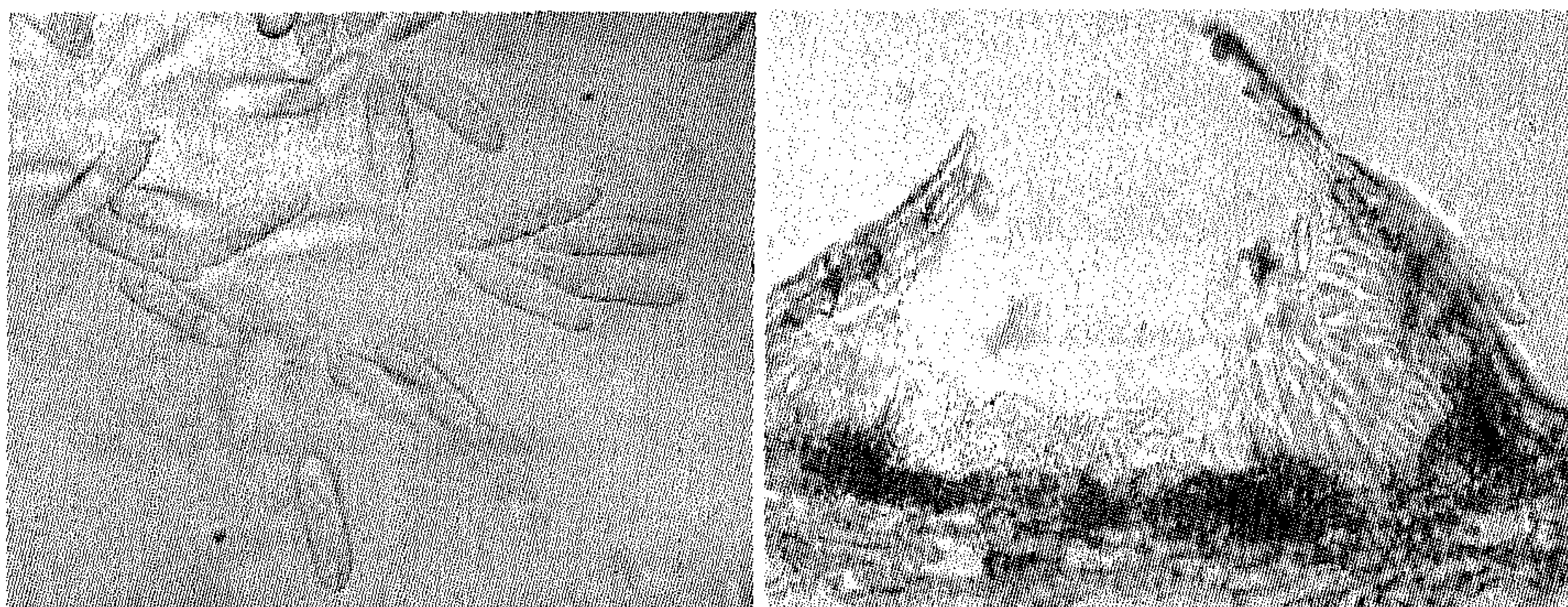
Glomerella cingulata



شكل 10.63: الأكياس (يمين) والأبواغ الكيسية (يسار) للفطر Glomerella cingulata

عن:

http: / /rds.yahoo.com /S=96062883 /K=glomerella /v=2 /SID=w / I=IVR /SIG=1324kb52k /EXP=1139865670 /*-http%3A / /www.forst.uni-muenchen.de /EXT /LST /BOTAN /LEHRE /PATHO /SALIX /salpolla.html



شكل 10.64: الحصيرة الفطرية (يمين) وكونيدات الفطر Glomerella cingulata (يسار)

عن:

http: / /rds.yahoo.com /S=96062883 /K=glomerella /v=2 /SID=w / I=IVR /SIG=1324kb52k /EXP=1139865670 /*-http%3A / /www.forst.uni-muenchen.de /EXT /LST /BOTAN /LEHRE /PATHO /SALIX /salpolla.html

أمراض الفطر Colletotrichum

مرض الأنثراكنوز (Anthracnose)

الأنثراكنوز تعني باليونانية ما يشبه الفحم وهي تشير الى البقع الداكنة الغائرة التي تتميز بها أعراض الأنثراكنوز على النباتات المختلفة. الفطر *Colletotrichum* من الفطريات الناقصة (صنف Coelomycetes، رتبة Melanconiales) ويضم 39 نوعا والتي إضافة لأهميتها الأمراضية الكبيرة، أتخذ عددا منها كنماذج لدراسة آليات الإصابة والمقاومة وحث تكوين الفايتوالكسينات ووراثة المقاومة وكيمياء ووراثة التخصص العوائلي.

تهاجم هذه الفطريات العديد من انواع النباتات الإقتصادية المهمة كمحاصيل الحبوب والبقوليات والثمار والأشجار على نطاق العالم، مسببة أمراض الأنثراكنوز المشابهة لما تسببه أنواع *Glomerella* (طوره الجنسي) في الحقل ومابعد الحصاد، إضافة الى تسبيب هذه الفطريات لأمراض تسقيط البادرات واللفحات والتبقع (Wharton،2005؛ Latunde-Dada،2001).

الفطر المسبب (Pathogen): من بين أنواع *Colletotrichum* المرضة المهمة *C. gossypii* على القطن و*C. lagenarium* على القرعيات و*C. coccodes* و*C. phomoides* على الطماطة و*C. lindemuthianum* على الفاصوليا و*C. graminicola* على محاصيل الحبوب و*C. circinans* على البصل و*C. capsici* على الفلفل و*C. musae* على الموز و*C. gloeosporioides* على البرتقال والمانجو (شكل 10.65). يبدو أن الفطر *C. gloeosporioides* هو السائد في الكثير من العزلات من نباتات عائلة مختلفة حيث يكوّن مستعمرات رمادية وأنه غير متخصص العائل(Kim *et al.*،1999).



شكل 10.65: الفطر Colletotrichumm sporotricoides
على ثمرة المانجو
عن: Crop protection Compedium
http: / /www.cabicompendium.org /cpc /datasheet.
asp?CCODE=GLOMCI&as_search=Glomerella+diseases&COUNTRY=0
=&SearchBoxView=&SECTIONS

مرض الأنثراكنوز على الذرة
Anthracnose of Corn

الفطر المسبب للمرض (Pathogen): يتسبب مرض الأنثراكنوز على الذرة عن الإصابة بالفطر *Colletotrichum graminicola* (الطور الجنسي: *Glomerella graminicola*).

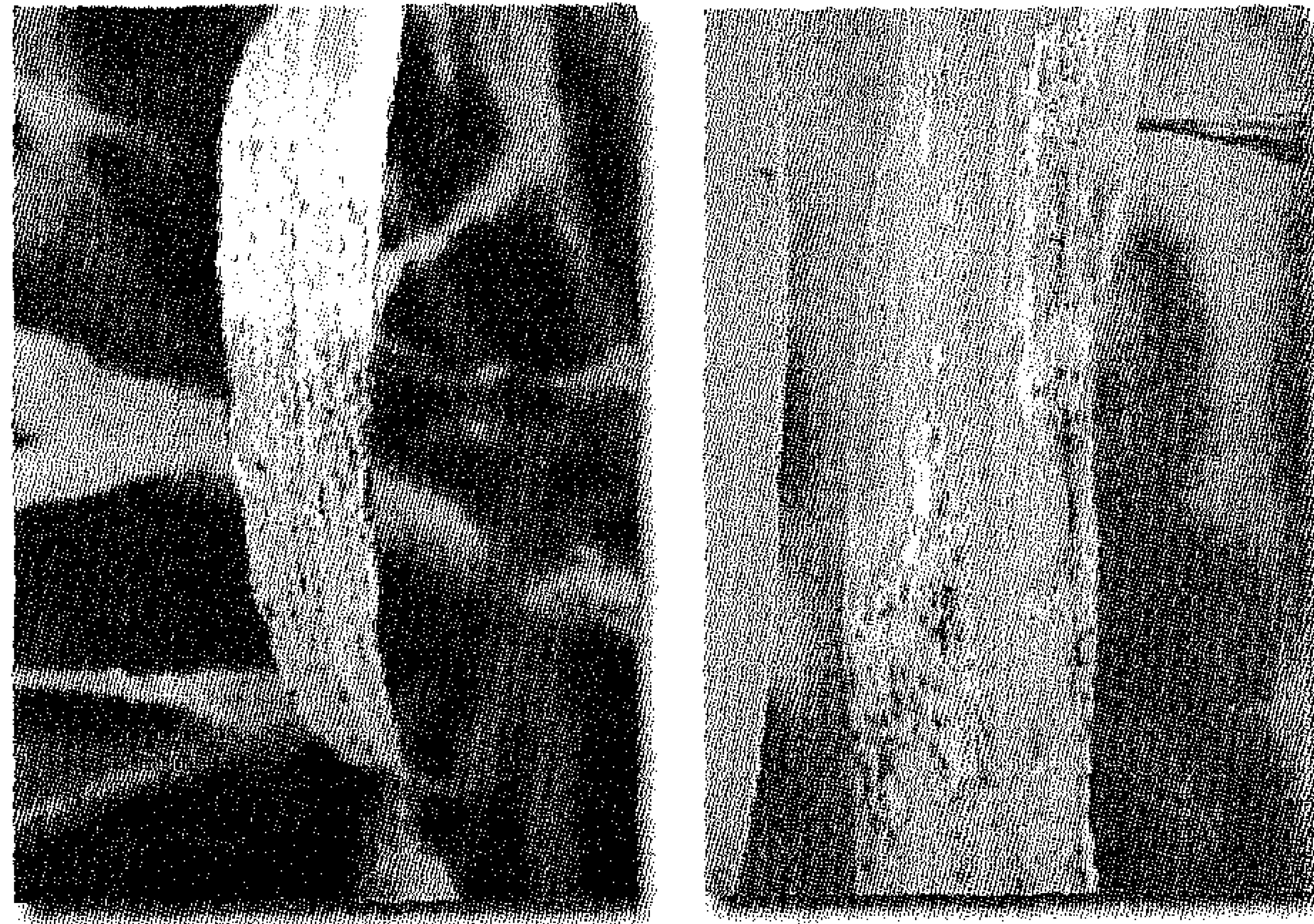
الأعراض (Symptoms)

يتميز مرض الأنثراكنوز على نباتات الذرة بثلاثة مراحل: لفحة الأوراق وموت القمة التراجعي وتعفن الساق. على الأوراق تظهر بقع يصعب تمييزها عن تلك المتسببة عن أمراض أخرى لكن البقع الناضجة تكون غير منتظمة الشكل يمكن ان تتوسع لتشمل مساحات واسعة من الورقة. ويمكن ان تحصل لفحة الأوراق في مرحلة متاخرة عقب تلقيح الأزهار. تظهر أعراض موت القمة التراجعي بعد 1 – 3 اسابيع من تكوين الشرابات (شكل 10.66). نتيجة المرض، تظهر الحقول شريط اخضر وسط النباتات وتحت الأغماد، تظهر على الساق مناطق متلونة ويمكن ملاحظة أشواك الحصائر الفطرية بواسطة عدسة مكبرة (X 20). يمكن ان تبدأ أعراض تعفن الساق السفلى بعد تكوين

الشرابات لكن التلون والإضطجاع يظهر متاخرا(Stack،2003). تظهر هجن وأصناف الذرة حساسية مختلفة للمرض وبعضها تكون مقاومة له(شكل 10.67).



شكل **10.66**: موت القمة التراجعي (يمين) وبقع الأنثراكنوز على أوراق الذرة (وسط) وتعفن الساق (يسار)
عن: (**Stack،2003**)

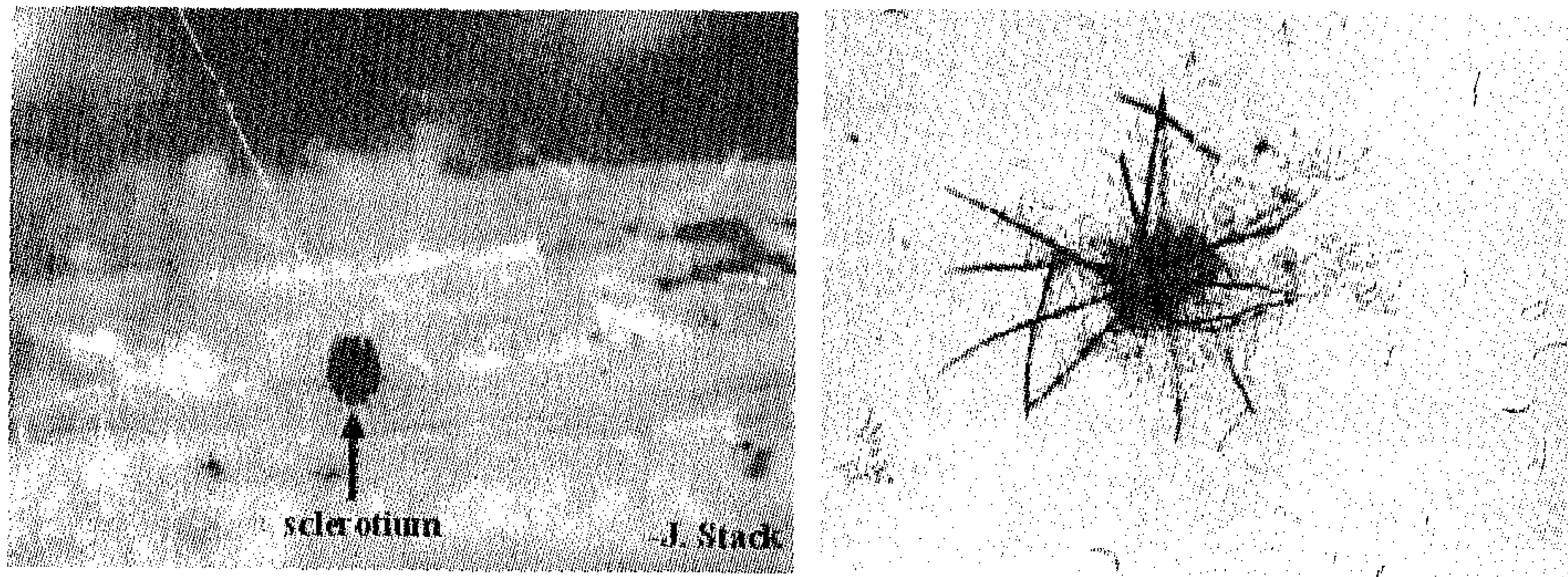


شكل **10.67**: أعراض الأنثراكنوز على أوراق السرجوم لنبات حساس(يمين) ونبات مقاوم (يسار)
عن: **(Wharton،2005)**

تظهر الأعراض على الأوراق والأغماد بشكل بقع دائرية الى أهليليجية يصل قطرها الى 5 ملم ومع تقدم عمر البقعة يصير لون مركزها رماديا الى تبني داكن مع حواف مستعرضة حمراء الى إرجوانية سوداء حسب صنف النبات. تظهر على البقع الكثير من تراكيب الفطر التكاثرية اللاجنسية المتمثلة بالحصائر الفطرية ذات الأشواك (Seta) السوداء المميزة التي تتواجد بين الحوامل الكونيدية. في الأجواء الرطبة تخرج كتل الكونيدات الكريمية الى القرنفلية الصفراء اللون (شكل 10.68). أما على النباتات المقاومة، فتظهر بقع صغيرة حمراء الى قرنفلية اللون يمكن أن يندمج بعضها إلا أنها لا تكوّن قروحا أو حصائر فطرية، كما ان تطور النبات لا يتأثر(Wharton،2005).

مرض الأنثراكنوز على نبات السرجوم (Sorghum) أو الذرة السكرية هو من أهم أمراض هذا النبات وفي جميع مناطق زراعته خاصة في البيئات الدافئة الرطبة. يمكن ان يسبب المرض خسائر في المحصول قد تصل الى 50 ٪. مسبب المرض هو الفطر *C. sublineolum* أو *C. graminicola* الذي لازال يعتبر المسبب على الرغم من وجود العديد من المعطيات الوراثية والكيموحيوية والبيولوجية التي تميز الفطر الأول عنه.

يمكن ان يؤثر الفطر في جميع اجزاء النبات الهوائية منفردة او مجتمعة.



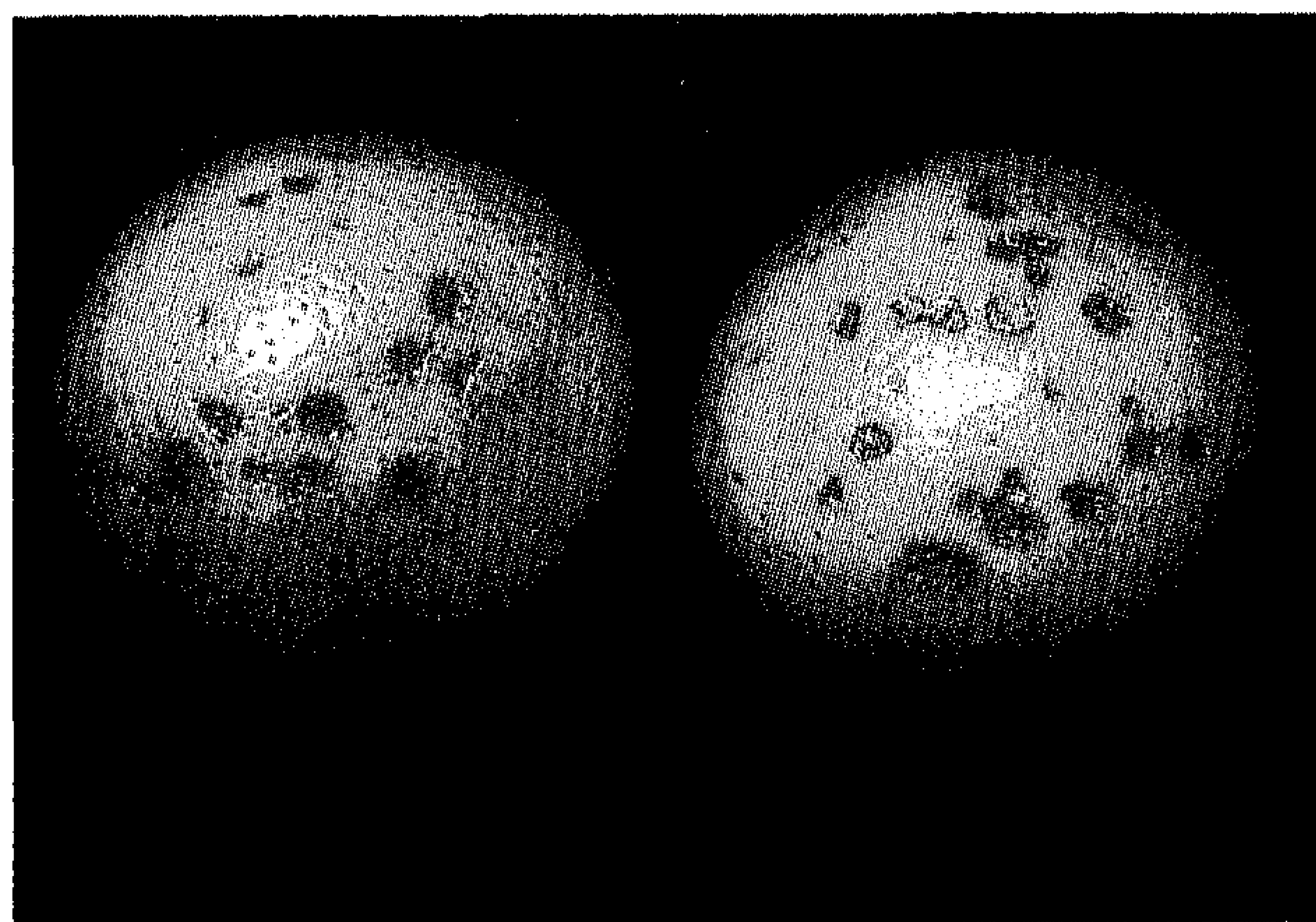
شكل 10.68: الحصيرة الفطرية والأشواك السوداء البارزة منها والكونيدات (يمين) والجسم الحجري للفطر C. graminicola (يسار)

عن: (Stack،2003)

مرض أنثراكنوز الحمضيات
Anthracnose of Citrus

يسبب الفطر *C. gloeosporioides* مرض سقوط الثمار ما بعد الإزهار حيث تظهر بقع برتقالية الى خوخية اللون على البتلات أو الأزهار او العناقيد الزهرية بأكملها. يؤدي المرض الى سقوط الثمار الحديثة التكون تاركة السبلات المشوهة. وفي الأجواء الرطبة تتكون الحصائر الفطرية وتتطاير كونيدات الفطر بواسطة رشاش المطر لتغطي بتلات معظم الأزهار خلال أيام (Agrios،1997).

على ثمار الحمضيات والبرتقال ما بعد الحصاد، تظهر الأعراض على ثمار البرتقال المعرضة للتخدش او الجروح بشكل بقع جافة أو تكون لينة في المراحل المتقدمة. تحت الظروف الرطبة، تظهر كتل الأبواغ على القرحة وتكون بلون وردي الى قرنفلي مصفر (شكل 10.69). أما على الثمار السليمة القشرة، فتكون في البداية جلدية، رمادية فضية ومع تقدم الإصابة، تصبح القشرة بنية الى سوداء رمادية وأخيرا تظهر تعفنا طريا (Brown،2003).



شكل 10.69: أعراض الأنثراكنوز على ثمار البرتقال

عن:(Brown،2003)

مرض الأنثراكنوز على الخضروات

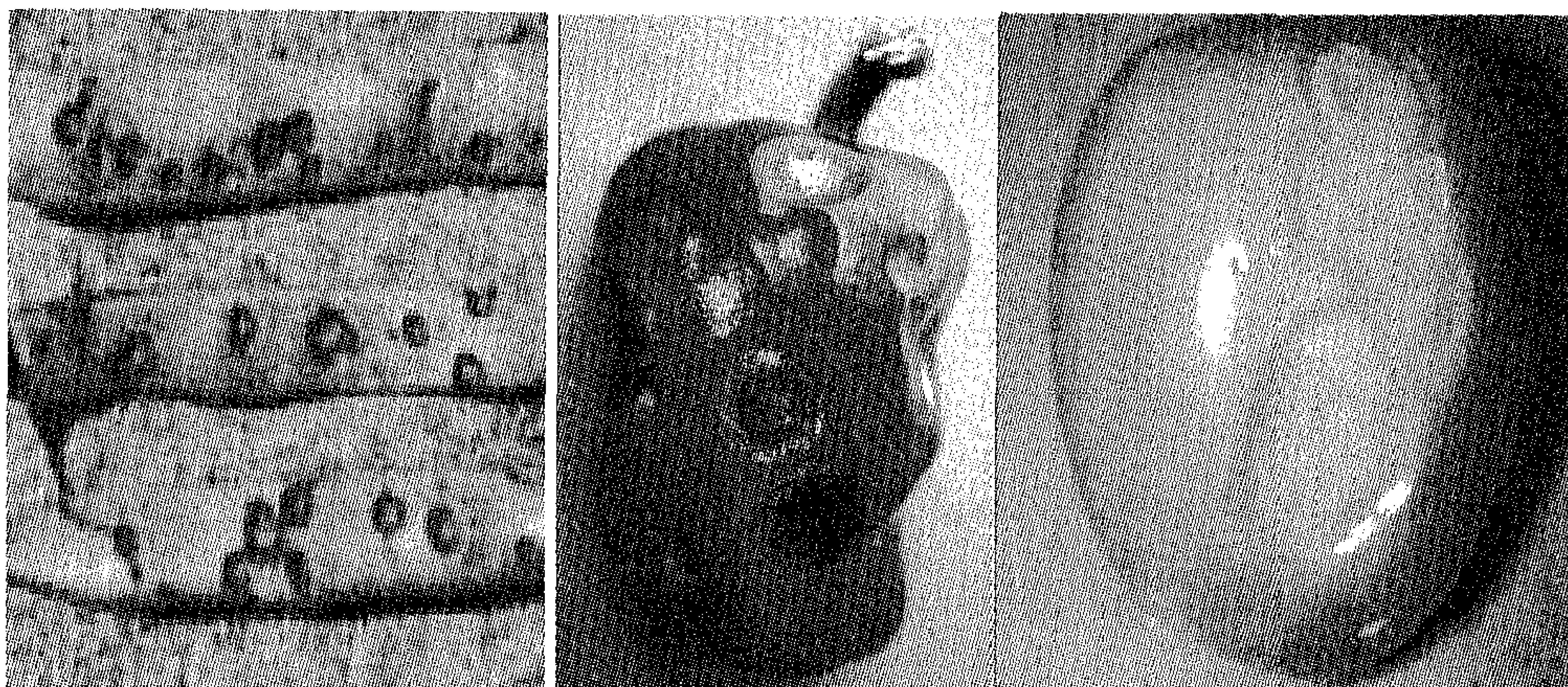
Anthracnose of Vegetables

على الطماطة يمثل المرض مشكلة خاصة قرب نهاية موسم النمو حيث نضج الثمار. يتسبب المرض بتعفن الثمار ويخفض نوعية الإنتاج وكميته. تظهر الأعراض بهيئة بقع تتوسع بسرعة وتكون منخفضة ومائية المظهر. مركز البقع يظهر دوائر متراكزة عليها الحصائر الفطرية للممرض. وخلال الأوقات الرطبة، تظهر كونيدات الفطر بشكل كتل برتقالية مصفرة (شكل 10.70 يمين). ويمكن ان تتحد البقع فتؤدي الى مزيد من تعفن الثمرة. وتوفر الإصابة الفرصة للإصابات الثانوية التي تؤدي الى تعفن الثمرة بالكامل.

يشتي الفطر في بقايا النبات والتربة، وفي الأجواء الممطرة يسقط لقاح الفطر على الثمار وعادة تصاب الثمار الناضجة ويمكن ان تصاب الثمار غير الناضجة لكن الأعراض تظهر مع نضج الثمار. تشجع الإصابة في الأجواء الدافئة الممطرة.

تصاب ثمار الفلفل غير الناضجة (الخضراء) والناضجة (الحمراء) بفطريات الأنثراكنوز *C. gloeosporioides* و*C. capsici* و*C. acutatum* و*C. dematium* وكذلك الشكل الجنسي
G. cingulata) ؛ Park & Kim، 1992 Manandhar *et al.* 1995a، b).

ومع ان الفطر المسبب للمرض يمكن ان يصيب مختلف اجزاء النبات إلا ان إصابة الثمار هو الأكثر اهمية إقتصادية. على الثمار تظهر بقع مائية تلين وتصبح غائرة دباغية اللون. يتغطى سطح القروح بكتل من الأبواغ الجيلاتينية الرطبة القرنفلية المصفرة اللون والتي تتكون في حصائر فطرية تظهر الأشواك السوداء وتتكون هذه التراكيب التكاثرية بشكل دوائر متراكزة. البقع يمكن ان تتوسع وتندمج لتغطي معظم سطح الثمرة (شكل 10.70 وسط).



شكل 10.70: ثمرة طماطة تظهر أعراض الأنثراكنوز(يمين) وثمرة فلفل مصابة بالأنثراكنوز(وسط) و: أعراض الأنثراكنوز على قرون الفاصوليا

عن: **Janna Beckerman**

OISAT D:\plant diseases\ANTHRACNOSE\Anthracnose Dis.htm

و(**Roberts** et al.،**2001**)

ينتقل المسبب بداخل أو على سطح البذور ويصيب الشتلات كما يمكن للفطر البقاء على بقايا النباتات المصابة أو نباتات العائلة الباذنجانية الأخرى او الأدغال المصابة. ينشط الممرض في درجات الحرارة الدافئة (المثلى 27 مْ) والأجواء الرطبة(Roberts *et al.*،2001).

يتسبب مرض أنثراكنوز الفاصوليا عن الإصابة بالفطر *Colletotrichum lindemuthianum* ويؤدي الى خسائر كبيرة في المحصول على نطاق العالم. ترجع الخسائر الى ضعف إنبات البذور المصابة وضعف نمو الشتلات وإنخفاض الإنتاج وكذلك تدهور النوعية بسبب التبقعات المشوهة للثمار والحبوب. يصيب الفطر أصناف الفاصوليا الخضراء والجافة (*Phaseolus vulgaris*) وفاصوليا الليما (*P. lunatus* وانواع اخرى من الفاصوليا إضافة الى اللوبياء (*Vigna sinensis*) والباقلاء (*Vicia faba*).

تظهر الشتلات النامية من بذور مصابة بالفطر قروح غائرة، بنية داكنة الى سوداء

على الأوراق الفلقية والسيقان. والأوراق الفلقية الشديدة الإصابة تشيخ قبل الأوان ويتقزم النبات كما يمكن ان تطوق القروح الساق وتؤدي الى قتل البادرة. تحت الظروف الرطبة، تتكون على القروح كتل وردية من كونيدات الفطر وتنتشر الكونيدات لتصيب الأوراق. يمكن ان لا تلاحظ الأعراض على الأوراق لكنها تكون واضحة على قرون النبات حيث تظهر عليها بقع صغيرة، بنية محمرة وعند نضجها تصير رمادية سوداء ذات حواف بنية محمرة الى سوداء (شكل 10.70 يسار). في الأجواء الرطبة تخرج كتل الكونيدات من القروح. تذبل القرون والبذور تكون مصابة ذات بقع بنية الى سوداء غائرة قليلا(Dillard،1988).

تطور المرض (Development of Disease)

تنتج الكونيدات والأبواغ الكيسية لفطريات *Colletotrichum* في مواد هلامية محبة للماء رطبة مكونة من سكريات معقدة وبروتينات سكرية، وهذه توفر حماية لها ضد الجفاف وتاثير الأشعة فوق البنفسجية، كما انها تثبط إنباتها لحين إنتشارها بعيدا عن موقع تكونها. هذه المواد سريعة الذوبان في الماء حيث تنتشر الكونيدات عند سقوط قطرات المطر او الماء الحر عليها.

بعد إلتصاق الكونيدات على سطح النبات الذي يحصل بسهولة كبيرة، يتم الإختراق بوسائل مختلفة، عبر الثغور أو الجروح او على الأغلب عن طريق الإختراق المباشر. يخترق الفطر الأدمة اولا ويقتصر نموه على نسيج البشرة ولا يتمكن من غزو الأنسجة إلا بعد موت الأنسجة التي تحتها. وهكذا يحصل في حالة الإصابات الكامنة في الثمار حيث يقتصر وجود الفطر على خلايا البشرة لحين نضج الثمار الذي يوفر تغيرات فسلجية تسمح للفطر بالنمو. الإختراق يمكن ان يتم بدون تكوين العضو اللاصق كما لوحظ مع الفطر *C. gloeosporioides* أو بتكوين العضو اللاصق كما في اغلب الحالات. غزو الأنسجة يكون بعدة ستراتيجيات: الغزو الخلوي شبه احيائي التغذية وهنا تحصل التغذية على الخلايا الحية وجداري تحت الأدمة حيث ينمو الفطر تحت الأدمة وفي جدران خلايا

البشرة دون ان يخترقها في البداية أو النموذجين معا ولكن في النهاية تسلك فطريات *Colletotrichum* الغزو غير الأحيائي التغذية الذي تتم فيه التغذية على الخلايا الميتة.

السيطرة على المرض (Control)

1. الإجراءات الصحية.
2. المكافحة الكيميائية بمبيدات مثل Mancozeb أو Chlorothalonil أو Thiophanate-methyl(Nameth & Chatfield،1996).

أمراض الفطر Claviceps purpurea

مرض الأركوت

Ergot Disease

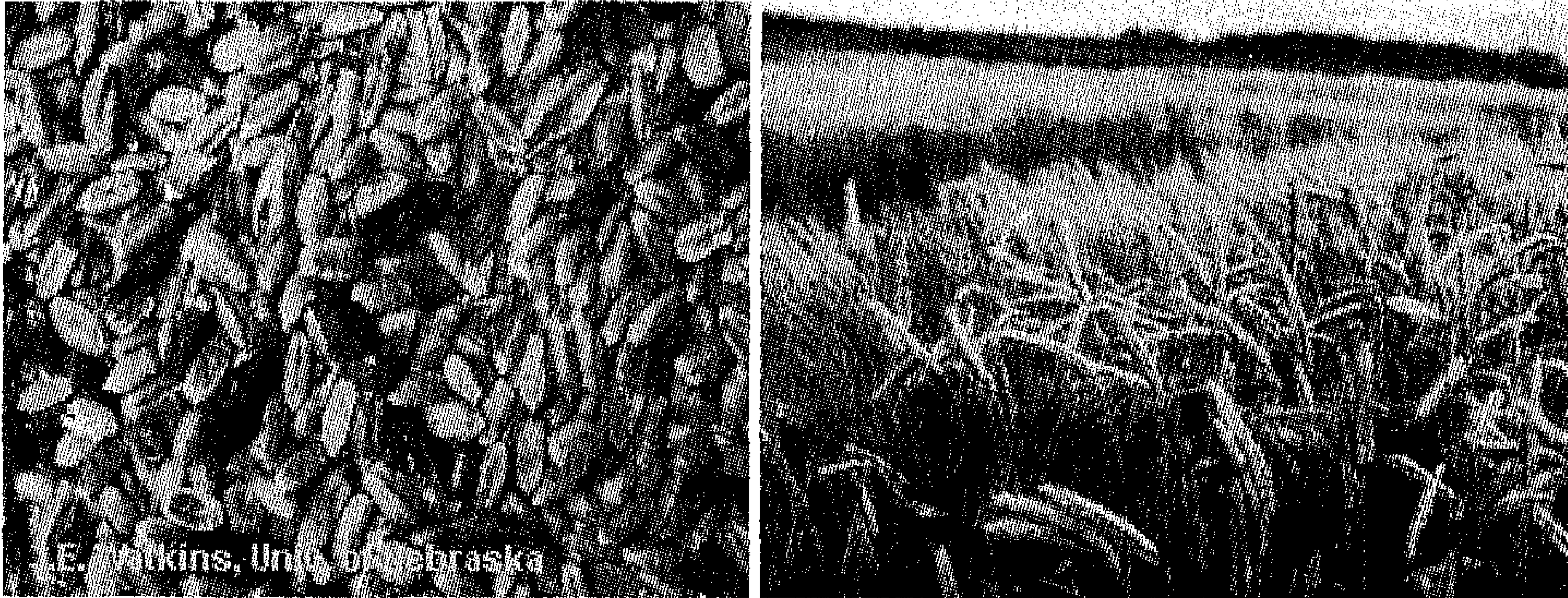
يضم الجنس *Claviceps* حوالي 30 – 40 نوعا ذات توزع جغرافي واسع وأنواعها تسبب أمراضا على حوالي 600 نوعا من نباتات ذوات الفلقة الواحدة بضمنها الجاودار (Rye) الذي يمثل العائل الرئيس والقمح والشعير والرز والدخن والشوفان والحشائش. إن أنواع *Claviceps* محدودة المدى العائلي بإستثناء *C. purpurea* الذي يتطفل على اكثر من 200 نوعا من النباتات.

تهاجم هذه الفطريات أزهار النباتات العائلة حيث تحول محتويات كل مبيض الى جسم حجري (Sclerotium). تميز انواع الجنس *Claviceps* على اساس خواص الحشية الفطرية بضمنها لون وترتيب الثمار الكيسية الدورقية وأبعادها والأكياس والأبواغ الكيسية وخواص السويق ومظهر الأجسام الحجرية والكونيدات وكذلك بواسطة الأختبارات الجزيئية(Alderman *et al.*،2004).

يسبب الفطر *Claviceps purpurea* (الشكل الكونيدي: *Sphacelia segetum*) مرض الأركوت خسائر مباشرة في محصول الجاودار بحدود 5 ٪ ويمكن ان تصل الى 10 ٪. لكن المرض يمكن أن يؤثر على نوعية الحبوب بسبب وجود الأجسام الحجرية

السامة. وهكذا تعتبر حبوب القمح " أركوتية " عندما تحتوي على أكثر من 0.05 ٪ وزنا من الأجسام الحجرية وحبوب الجاودار إذا احتوت على ما يزيد عن 0.3 ٪ والشوفان والشعير إذا احتوت على 0.1 ٪ (شكل 10.71). ومع ان الأجسام الحجرية يمكن ان تزال بفضل تقنيات الفصل الحديثة في المطاحن إلا ان المسألة تكون صعبة ومكلفة عندما يقترب حجم الجسم الحجري من حجم حبوب المحصول أو عند تكسر الأجسام الحجرية (McMullen & Stoltenow،2002).

وعلى الرغم من الخسائر المباشرة التي يسببها المرض في محاصيل الحبوب والأضرار المادية والصحية التي تتسبب عن وجود الأجسام الحجرية، إلا ان المواد القلوية الموجودة في الأجسام الحجرية كانت تستخدم في الطب الشعبي في اوربا حتى قبل إكتشاف المرض المتسبب عن تناول الدقيق الملوث بالأجسام الحجرية، وهي لازالت تستخدم حتى الوقت الحاضر في علاج أمراض الشلل الإرتعاشي (مرض باركنسون) والزهايمر وداء الشقيقة والعديد من الأمراض النفسية والمواد المساعدة على الطلق أثناء الولادة وغيرها(Menge *et al.*،2001).



شكل 10.71: حقل جاودار (Rye) (يمين) وحبوب قمح مختلطة مع الأجسام الحجرية (الداكنة) للفطر Claviceps purpurea

عن: (Partridge،2003،b) و(McMullen & Stoltenow،2002)

الفطر الممرض (Pathogen): *Claviceps purpurea*

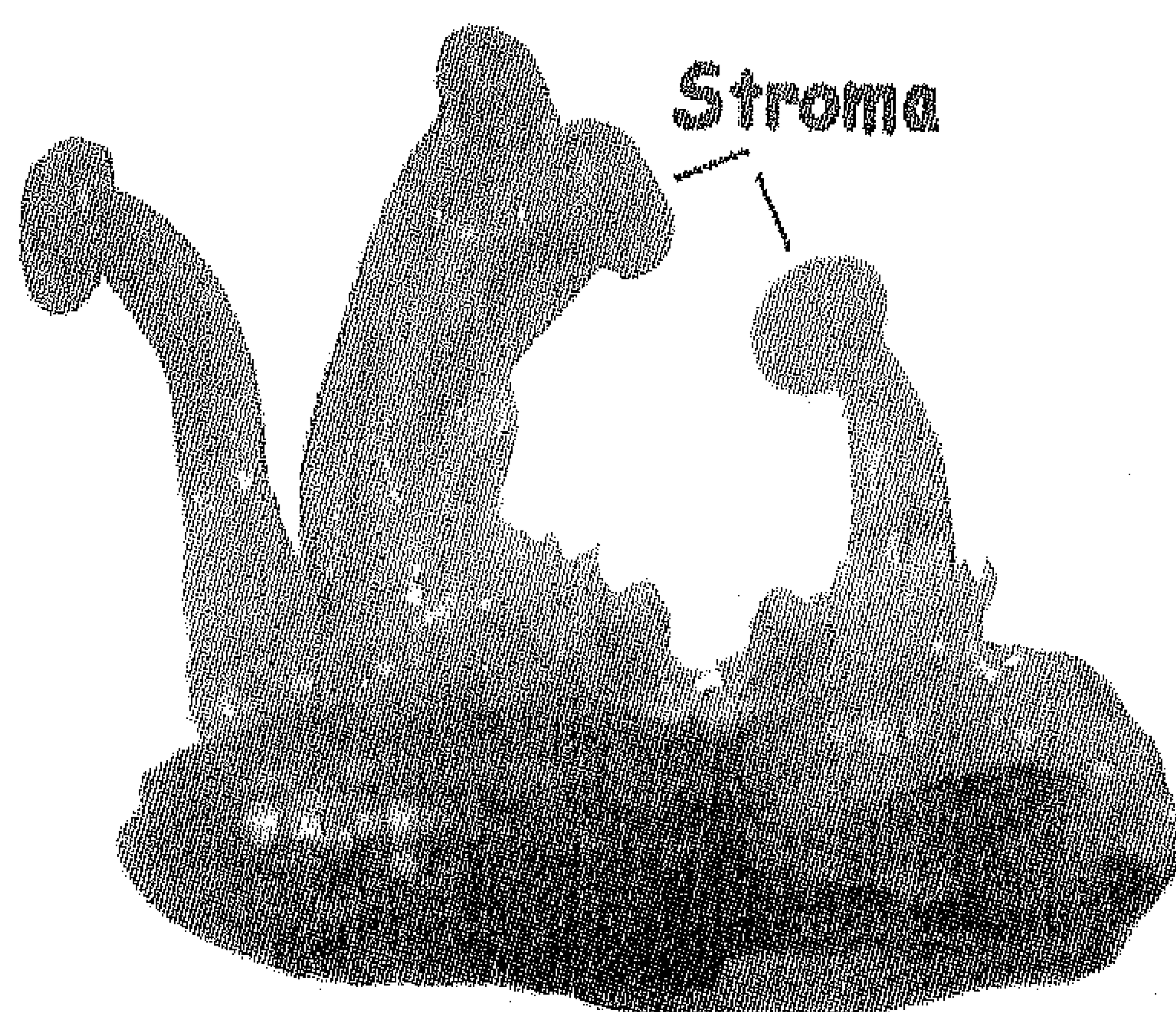
يعتبر الفطر *C. purpurea* طفيلي إجباري في الطبيعة حيث يستحصل مواده الغذائية من الأنسجة الحية دون ان يقتلها خلال غزوه لها إلا قرب نهاية نموه وهذا ما تفعله الفطريات المجبرة التطفل الأخرى ولكن يمكن تنميته على الأوساط الزرعية في المختبر. لكن تكوين الطور الجنسي لا يتم إلا على النبات العائل حيث يتم تلقيح نباتات الجاودار والحصول على الأجسام الحجرية بعد شهرين من الإصابة ولا تنبت الأجسام الحجرية إلا بعد بضعة اسابيع من الخزن المبرد. وهكذا يمكن إكمال دورة حياة الفطر في 4 اشهر. إن الفطر متماثل الثالوس حيث يمكن للبوغ الكيسي إتمام دورة حياة الفطر بأكملها، لكن تلقيح النبات يتم بكميات من الكونيدات التي يمكن ان تضم طرازين تزاوجيين. وهكذا استقطب هذا الفطر إهتمام الباحثين وأتخذ كنموذج ممتاز لدراسة العلاقات التآثرية بين المسبب المرضي والنبات(Esser & Tudzynski،1978؛ Tudzynski & Scheffer،2004).

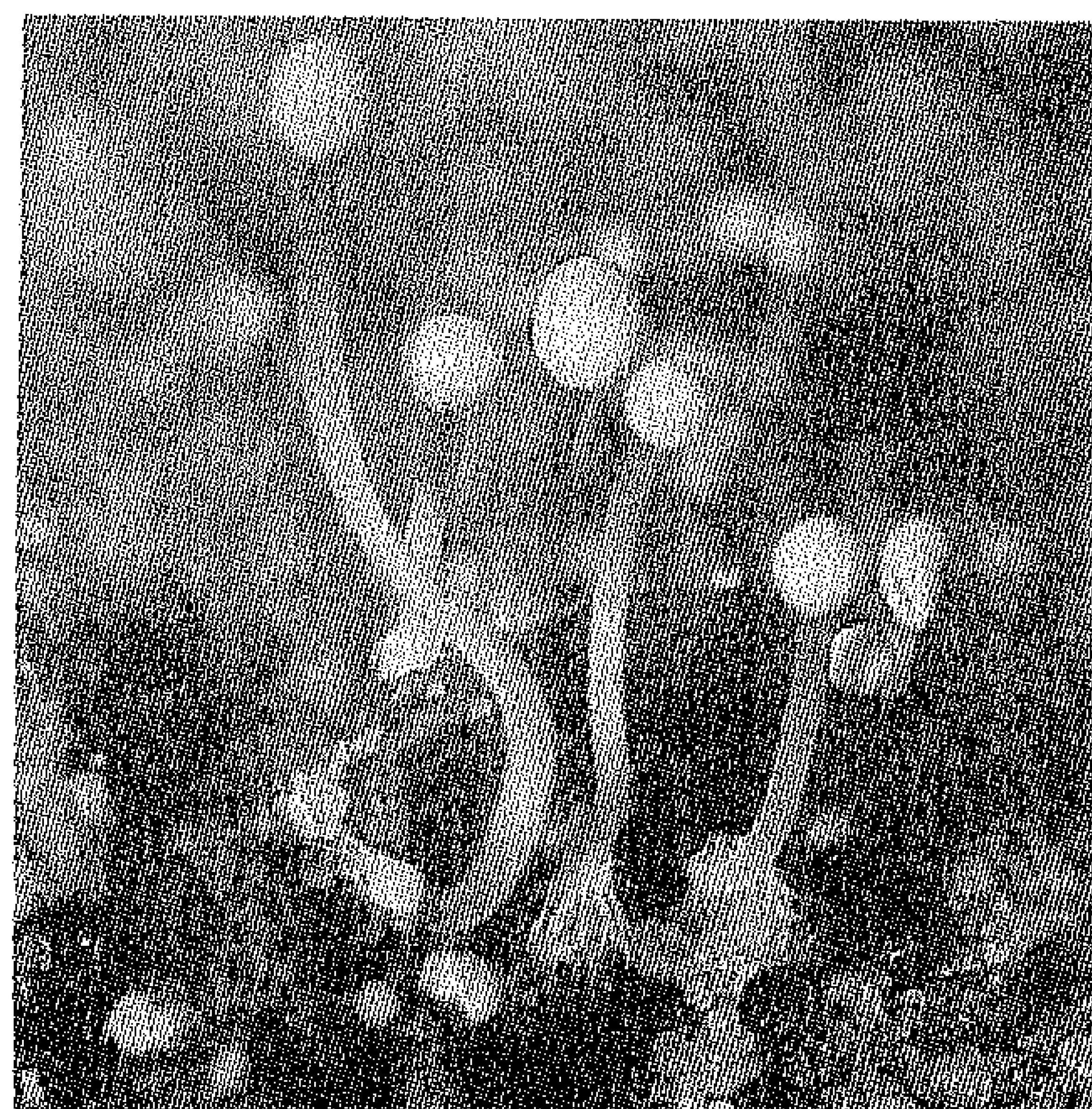
تطور المرض (Development of Disease)

يشتي الفطر بهيئة اجسام حجرية على سطح التربة أو مختلطة مع البذور، وفي الحالة الأخيرة فأنها ستلوث الحقل عند زراعة البذور الملوثة بها.

تنبت الأجسام الحجرية (شكل 10.72) في الربيع مع تكوين النباتات العائلة للأزهار. الجسم الثمري يكوّن عددا من السويقات (1 – 60) اللحمية اللون بإرتفاع 5 الى 25 ملم والتي يحمل كل منها حشية فطرية تتكون في محيطها ثمار كيسية دورقية تحتوي على الأكياس التي يكوّن كل منها 8 أبواغ كيسية متعددة الخلايا ابرية الشكل تمثل اللقاح الأولي الذي يبدأ الإصابات الأولية. تنتقل هذه الأبواغ الكيسية بواسطة الرياح ورشاش المطر لتسقط على مياسم الأزهار عند تفتحها. يتم الإختراق مباشرة دون تكوين العضو اللاصق وبطريقة تحاكي إختراق حبوب الطلع في تلقيح المبيض بحيث يموه الفطر دفاعات العائل وهكذا لا يتم رد فعل دفاعي من قبل العائل إلا بعد تحقيق الإصابة

وتمكن الخيوط الفطرية من غزو انسجة المبيض. تستقر الخيوط الفطرية في قاعدة المبيض بعد ان تصل الى الحزم الوعائية لتكون حشية من الخيوط الفطرية. إن هذا الفطر أحيائي التغذية يغزو الأنسجة بينيا وفي حالة إختراق الخيط الفطري للخلايا (نموا خلويا) فانه لا يمزق غشاء خلية العائل بل يحاط به وبذلك يعمل كممص للفطر. تتكون كونيدات الفطر في كتل تخرج مع سائل سكري يستحصله الفطر من لحاء النبات العائل وتخرج من فوهة الثمار الكيسية الدورقية بشكل ندوة عسلية تجتذب الحشرات. هذا يتم بعد 7 أيام من بدء الإصابة ويعتبر خروج الندوة العسلية مؤشرا على نجاح الإصابة. تنتقل الكونيدات التي تمثل اللقاح الثانوي بواسطة رشاش المطر والحشرات التي تقوم بإيصالها الى أهدافها وهي تتنقل من زهرة الى أخرى بحثا عن الرحيق وهكذا تتحقق الإصابات الثانوية التي يمكن ان تسبب الوباء. يتوقف تكوين الندوة العسلية بعد 7 أيام أخرى ويبدأ تكوين الأجسام الحجرية. تنضج الأجسام الحجرية في غضون 5 اسابيع وهكذا تستبدل محتويات المبيض بالجسم الحجري. وفي حال فشل الفطر في تكوين الجسم الحجري فإن الزهرة تصبح عقيمة لا تكون بذورا(Tudzynski & Scheffer،2004).



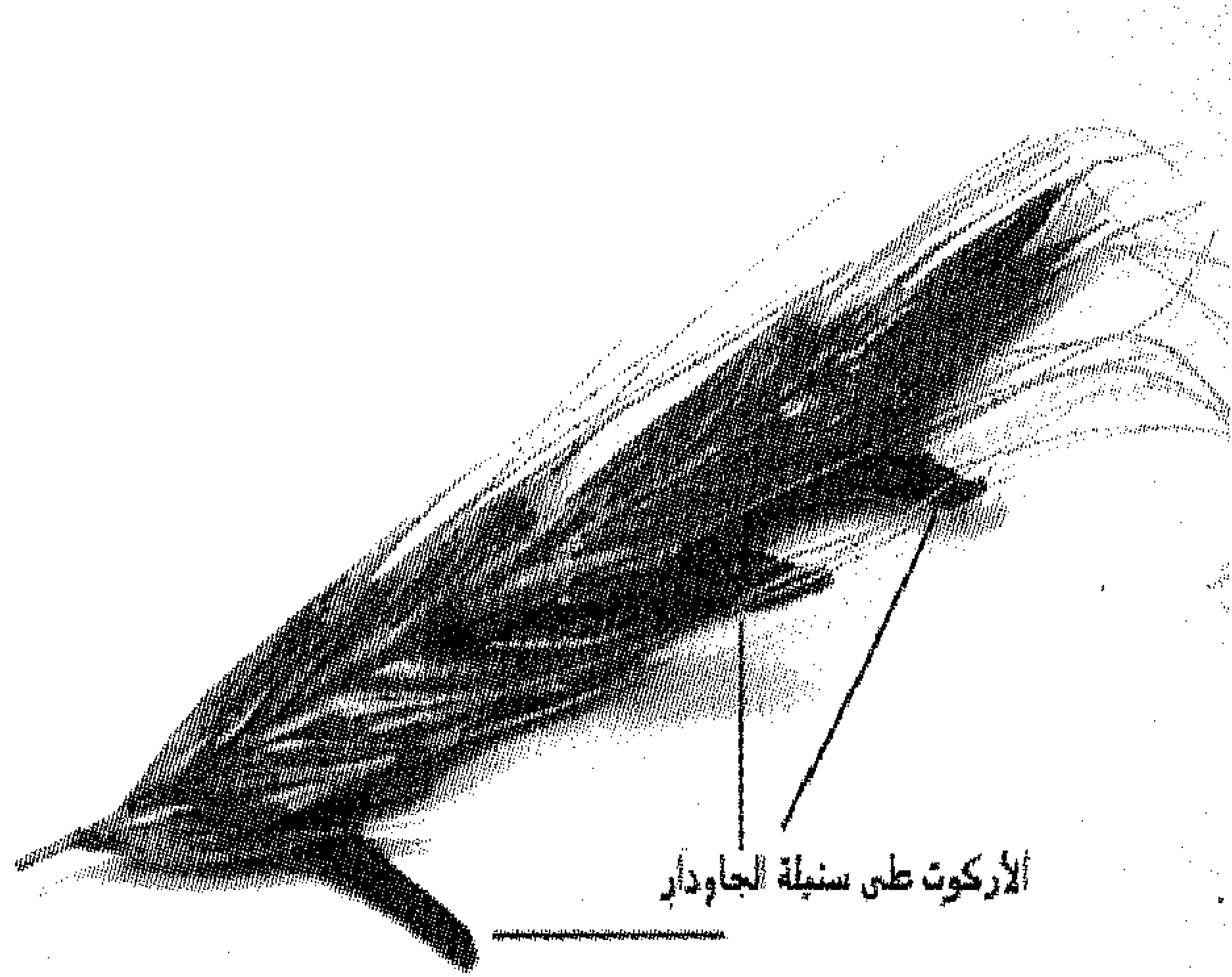


شكل 10.72: إنبات الجسم الحجري للفطر C. purpurea بتكوين حشية فطرية تتكون فيها الأجسام الثمرية الدورقية للفطر

عن: (Zillinsky،1983)

الأجسام الحجرية تكون متطاولة يتراوح طولها بين 2 الى 20 ملم، زرقاء الى سوداء اللون من الخارج لكن داخلها يكون أبيض الى دباغي مبيض (شكل 10.73). إن الأجسام الحجرية التي يكونها الفطر على الحشائش تكون اصغر وأرفع من تلك التي يكونها على نبات القمح وبذلك تكون اخطر في تلويث حبوب المحاصيل التي تنمو بينها(Partridge،2003،b ؛McMullen & Stoltenow،2002).

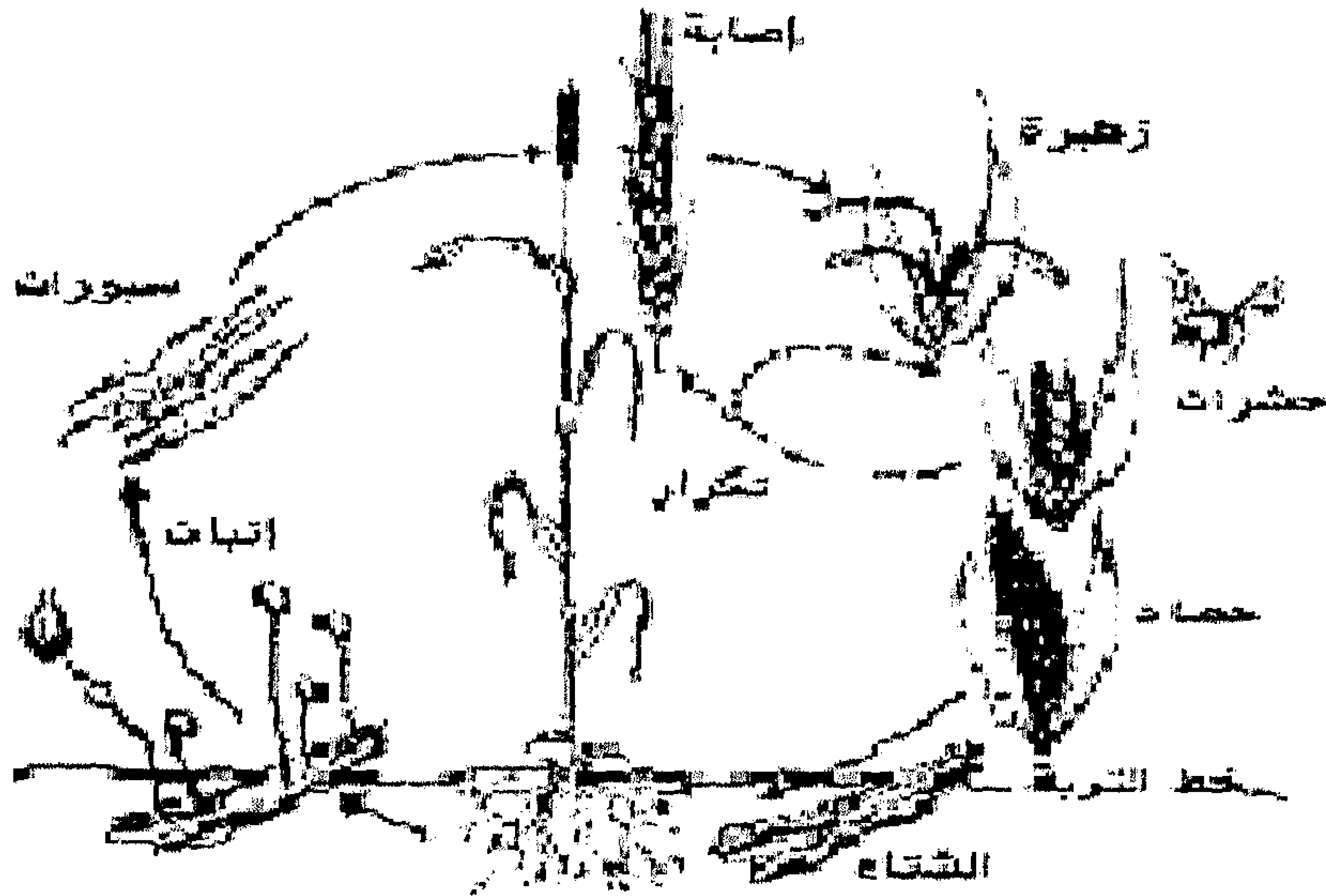




شكل 10.73: الأجسام الحجرية على سنبلة الجاودار (يمين) وسنابل قمح مصابة تظهر الأجسام الحجرية للفطر Claviceps purpurea (يسار)

عن: (McMullen & Stoltenow،2002)

في الشكل 10.74 مخطط دورة المرض.



شكل 10.74: دورة مرض الأركوت المتسبب عن الفطر Claviceps purpurea

عن: (McMullen & Stoltenow،2002)

السيطرة على المرض (Control)

1. الحراثة العميقة حيث تؤدي الى طمر الأجسام الحجرية حيث انها لا تنبت إذا ما وجدت على عمق يزيد عن 2.5 ملم.

2. إستخدام الدورة الزراعية بزراعة محاصيل غير عائلة. وهذا يستند الى كون الأجسام الحجرية تفقد قدرتها على الإنبات بعد سنة واحدة من تكونها.

3. إستخدام بذور خالية من الأجسام الحجرية.

4. التخلص من الأدغال وعدم تمكينها من الأزهار.

مرض جرب التفاح

Apple Scab

الفطر Venturia inaequalis

يضم الجنس *Venturia* الذي هو من الفطريات الكيسية عددا من الأنواع المسببة لأمراض النبات التي تهاجم الأوراق والثمار للأشجار المثمرة. يتالف الجنس من 52 نوعا تكوّن اشكال كونيدية تعود للفطريات الناقصة *Fusicladium dentriticum* و *Spilocaea pomi* و*Cladosporium*.

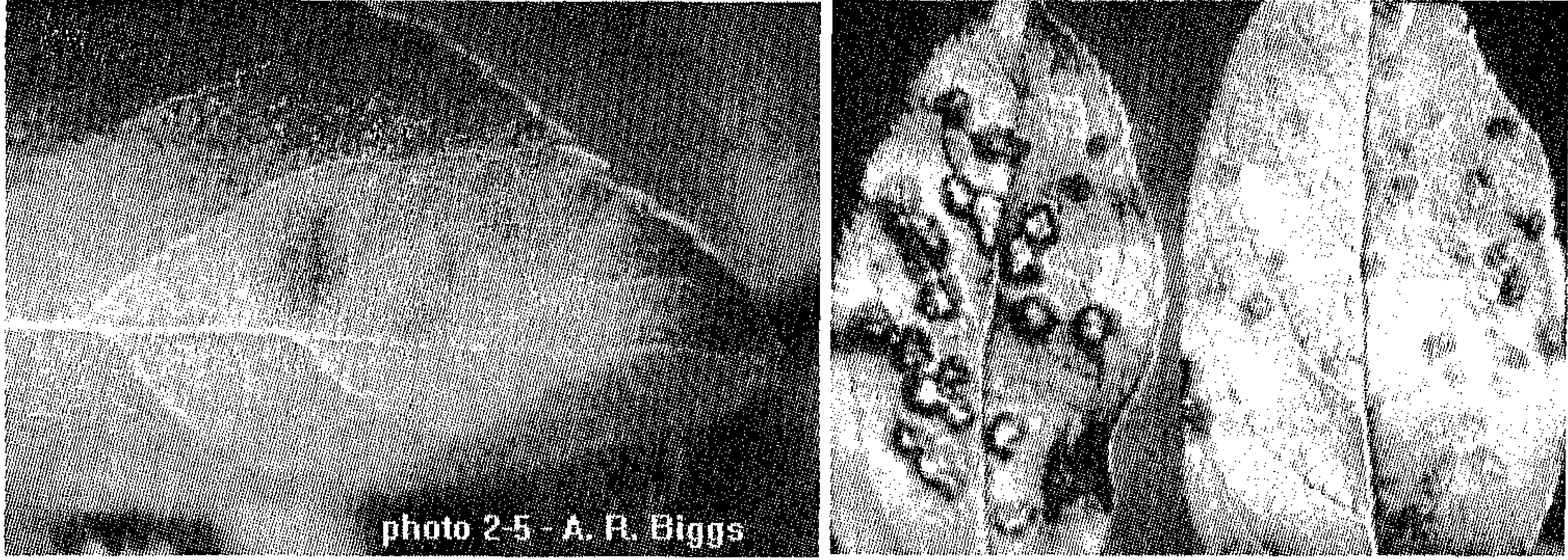
يعتبر الفطر *Venturia inaequalis* ممرض مهم إقتصاديا وواسع الإنتشار على التفاح والعديد من أنواع التفاح البري وتفاح الزيينة من نوع *Malus* (Schnabel *et al.*، 1999). من بين النباتات العائلة *Cotoneaster integerrima* والزعرور البري *Crataegus oxycantha* و*Loquat* و*Pyracantha* و*Sarcocephalus esculantus* والدردار الجبلي *Sorbus* و*Viburnum* (Jha *et al.*، 2009).

مرض جرب التفاح يصيب الأوراق وأعناقها والثمار وسويق الثمرة والأزهار والأوراق الكأسية وتحت الظروف الملائمة من الجو الرطب البارد يمكن ان يسبب خسائر تصل الى 70٪ إذا ترك بدون مكافحة. تنجم الخسائر عن الإصابة المباشرة للثمار وسويقاتها وكذلك سقوط الأوراق.

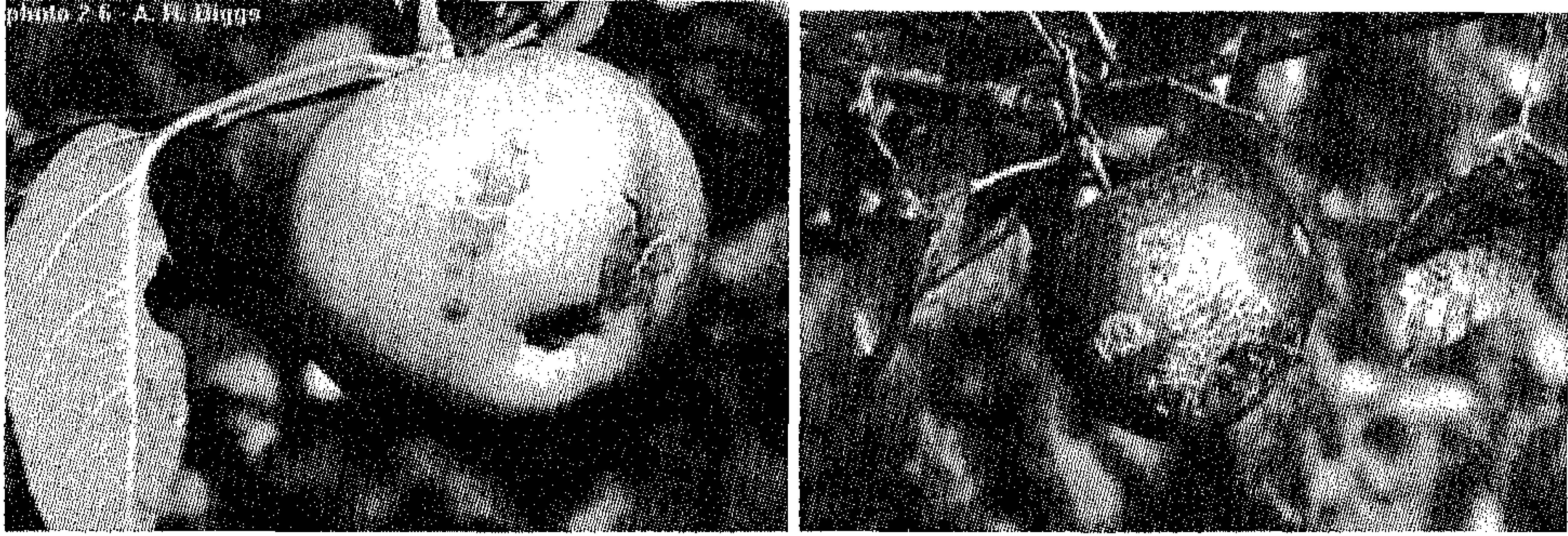
الأعراض (Symptoms)

تظهر الأعراض أولا على السطوح السفلية من الأوراق بإعتبارها الأجزاء المعرضة للأبواغ عند تفتح البراعم ثم على السطوح العلوية بعد تفتح الأوراق. القروح تكون صغيرة، مخملية خضراء زيتونية اللون على اصناف التفاح الإعتيادية لكنها تكون حمراء اللون على اصناف التفاح البري. يمكن ان تبقى القروح على سطحي الورقة طيلة موسم النمو، لكن موت الخلايا تحت القرحة يكسبها لونا بنيا ومع تقدم عمر الإصابة تصبح

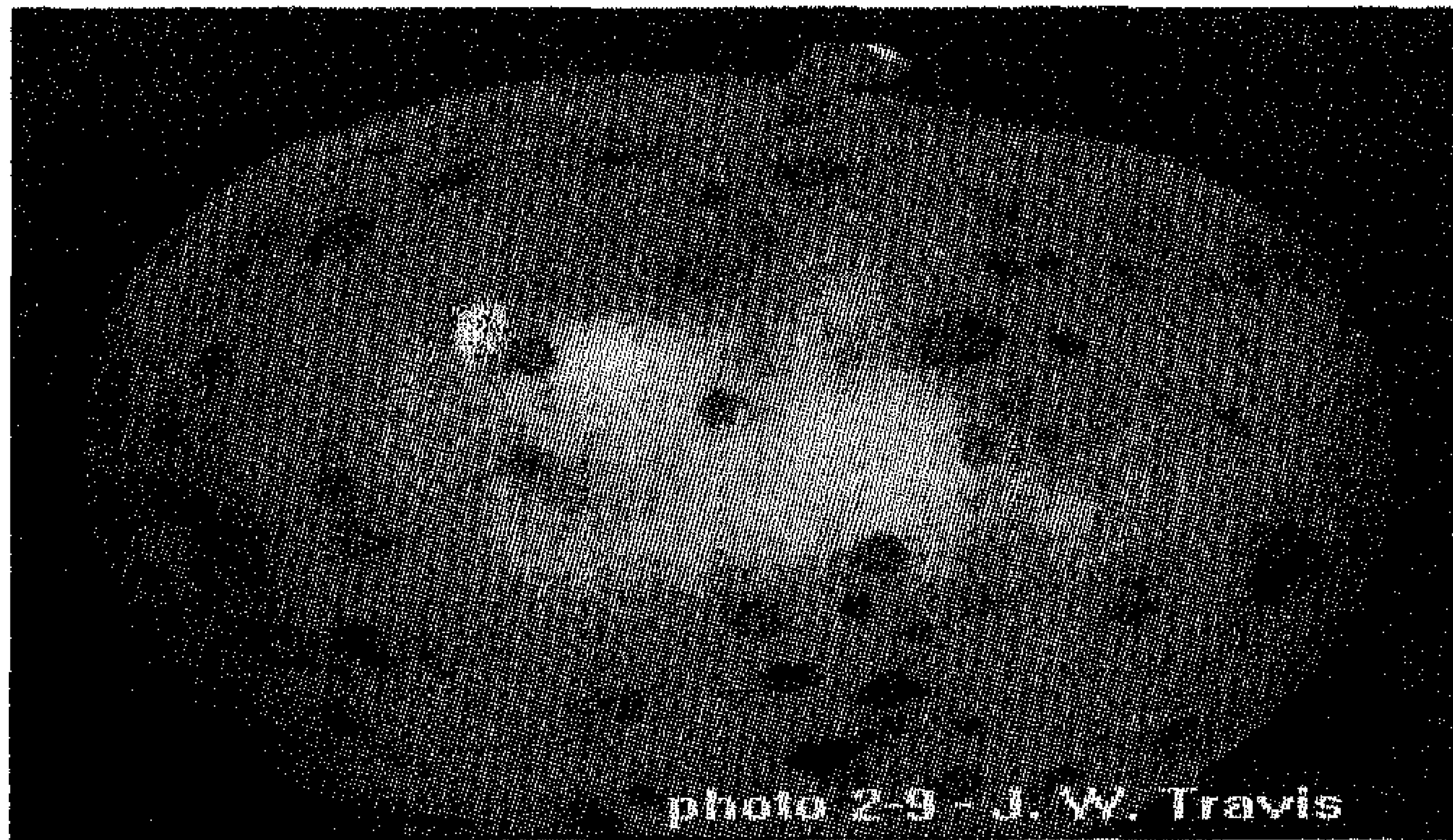
القروح داكنة وذات حواف محددة(شكل10.75). في نهاية الصيف او بداية الخريف قد يظهر لون البقع أبيضا بسبب نمو فطر ثانوي. عدد القروح على الورقة يمكن ان يكون 1 أو 2 أو قد يكون كثيرا ليصل الى 100 وتكون القروح أكثر عددا قرب العرق الوسطي للأوراق. كما يبدو ان الأوراق الحديثة في البراعم الزهرية أكثر مقاومة من الأوراق الناضجة حيث إن قدرة الأبواغ الكيسية للفطر *V. inaequalis* تتاثر بمرحلة نمو الأوراق في البراعم الزهرية فهي تتناسب عكسيا مع تقدم مرحلة النمو(Sanogo & Aylor،1997). وإذا كانت الإصابة شديدة، تتشوه الأوراق وتسقط في بداية الصيف أما الأشجار من الأصناف الحساسة فتفقد أوراقها في أواسط ونهاية الصيف. على الثمار تكون القروح مشابهة لما هي عليه على الأوراق لكنها تكون اكثر وضوحا. كما انها تصبح داكنة اكثر مع تقدم عمر الإصابة حيث تصير فلينية سوداء مجربة. يؤدي المرض الى تشويه منظر الثمار ويمكن ان يتشقق جلد الثمار ولبها لكن الثمار الشديدة الإصابة يمكن ان تتشوه وتسقط قبل النضوج (شكل 10.76). ومع أن سطح الثمرة كله حساس للإصابة إلا أن الإصابات التي تحدث في وقت مبكر من الموسم تتركز حول منطقة الطرف الزهري. أما الإصبات التي تحصل في نهاية الصيف او بداية الربيع فقد لا تظهر إلا أثناء الخزن حيث تتكون بقع صغيرة 0.1 – 4 ملم وتسمى جرب رأس الدبوس (شكل 10.77). إن إصابة أعناق الأوراق أو سويقات الثمار تؤدي الى سقوطها (شكل 10.78)(Ellis *et al.*،1997؛ Biggs & Hickey،1998).



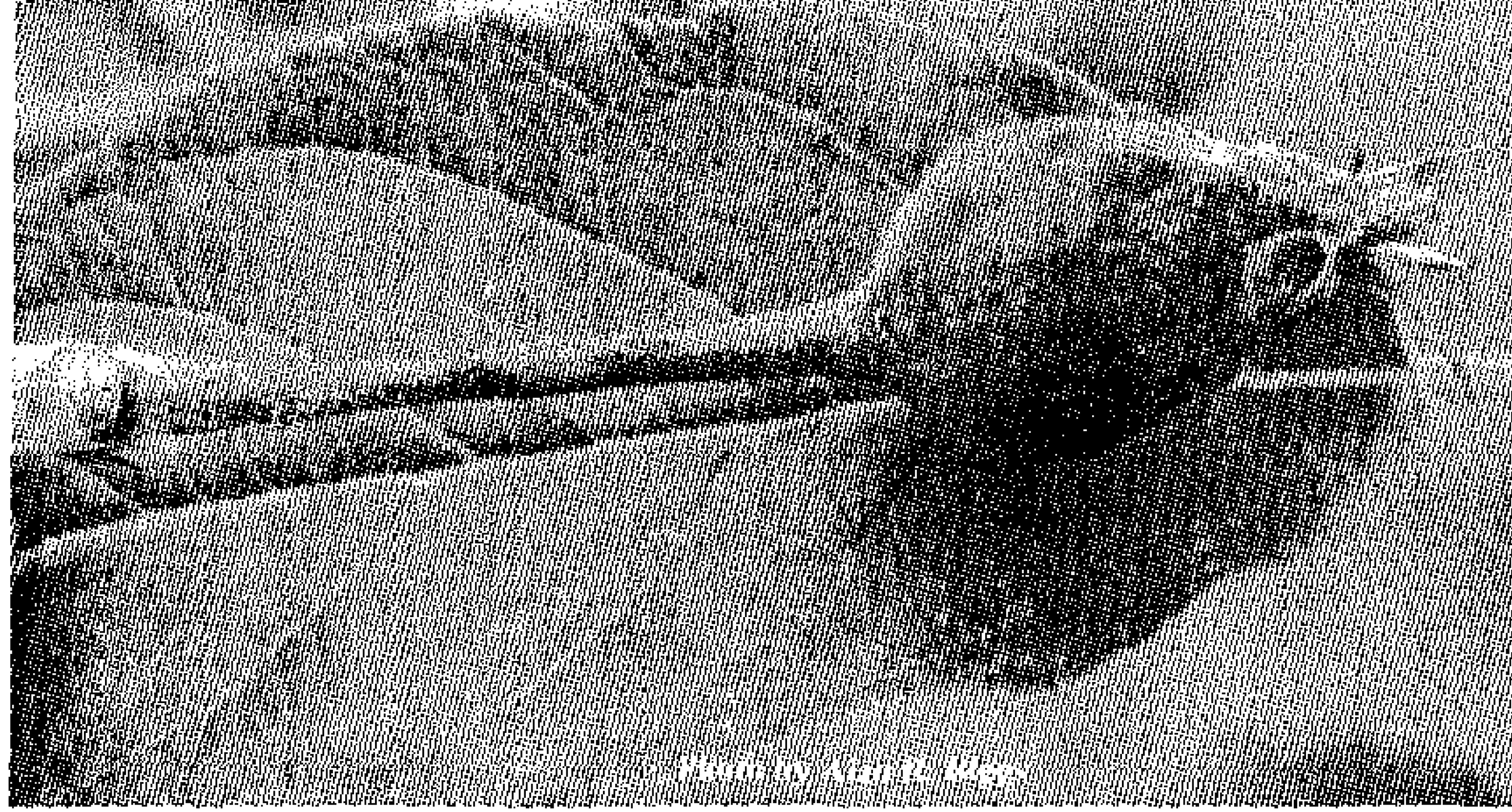
شكل 10.75: بداية ظهور البقع على الورقة (يسار) والأعراض المتقدمة (يمين)
عن: (Biggs & Hickey، 1998) و(Ellis et al.، 1997)



شكل 10.76: تشقق البقع على الثمرة المصابة (يمين) وقروح الجرب على الثمرة (يسار)
عن: (Biggs & Hickey، 1998) و(Ellis et al.، 1997)



شكل 10.77: أعراض الجرب النقطي الذي يحصل نهاية الموسم ويظهر أثناء الخزن
عن: (Biggs & Hickey، 1998)



شكل 10.78: القروح على سويق الثمرة بعيد سقوط البتلات

عن: (Ellis et al.،1997)

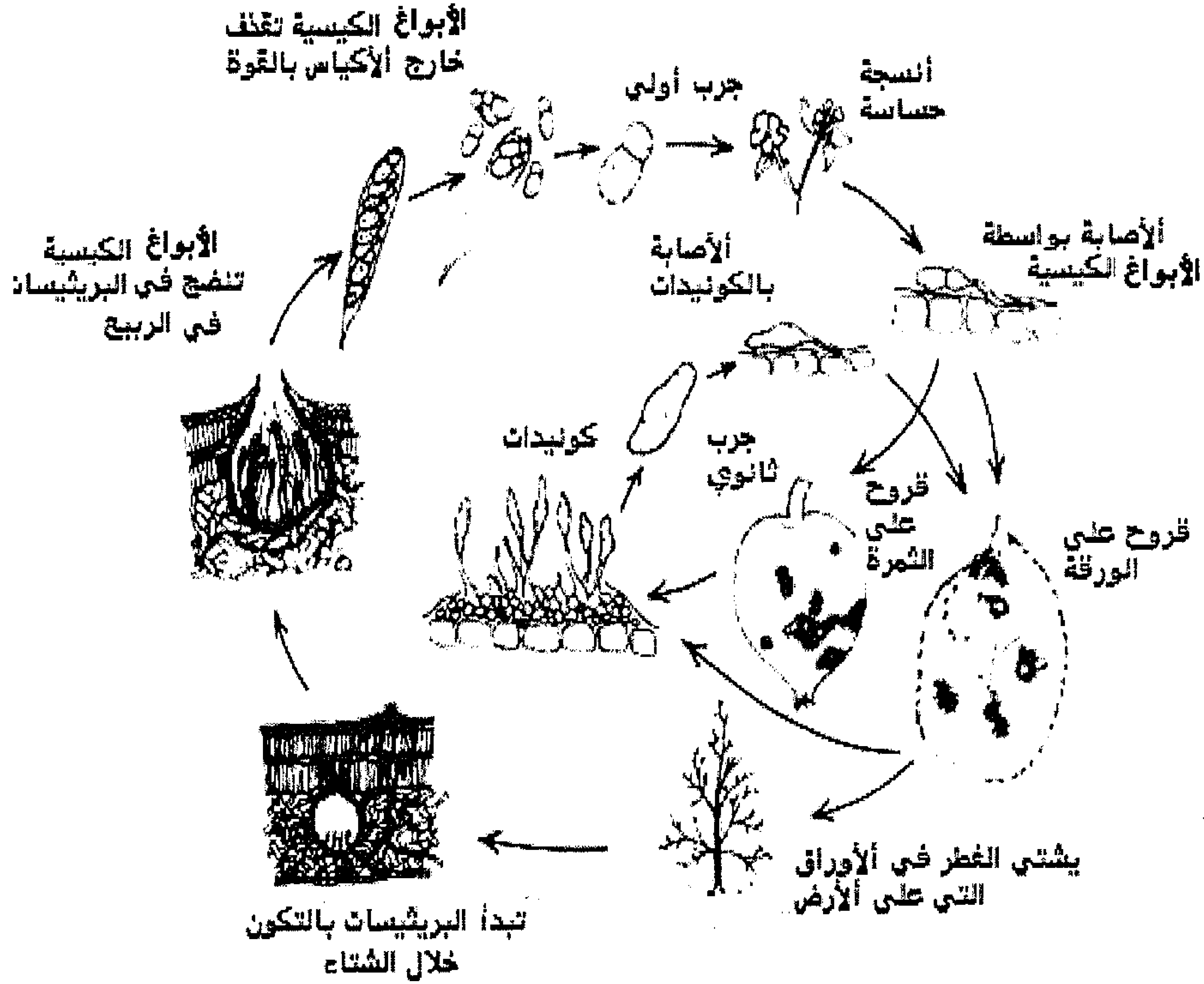
الفطر الممرض (Pathogen): *Venturia inaequalis*

ينمو الغزل الفطري ما بين الأدمة ونسيج البشرة ويكوّن حوامل كونيدية قصيرة، قائمة بنية اللون ويكوّن كونيدات من نوع كونيدات الفطر الناقص *Spilocaea* والتي تكون أحادية او ثنائية الخلية مستعرضة من وسطها. على الأوراق او الثمار الميتة يكوّن الفطر طوره الجنسي بتكوين ثمار كيسية كاذبة(Pseudothecia) بنية الى سوداء اللون، دورقية الشكل ذات نهايات مرتفعة قليلا وفتحة الى الخارج. تحتوي الثمرة الكيسية الكاذبة على 50 – 100 كيسا في كل منها تتكون 8 أبواغ كيسية. البوغ الكيسي ثنائي الخلية أحداها تكون صغيرة والأخرى كبيرة (Agrios،1997). وإستنادا الى المعطيات الوراثية والأمراضية تبين وجود شكلين خاصين من الفطر *Venturia inaequalis* مسؤولين عن مرض الجرب على انواع *Malus* spp و*Pyracantha* sp ؛ (Le Cam *et al.*،2001) .

لحد الوقت الحاضر توجد 8 سلالات ممرضة للفطر *V. inaequalis* تفرق على أساس قدرتها على إصابة الأصناف التي تحتوي على جينات المقاومة، 7 منها في أسبانيا(Bilbao & Murillo،2005). يبدو ان العلاقة الأمراضية بين الفطر *V. inaequalis* وعوائله من أنواع *Malus* محكومة بطريقة جين الى جين حيث تمتلك جينات الضراوة *Vf* و*Vg* وجينات اللاضراوة *Avr Vf* و*Avr Vg* ؛ (Bénaouf & Parisi،2000) .

تطور المرض (Development of Disease)

اللقاح الأولي للإصابة هي الأبواغ الكيسية التي تشتي في الأوراق والثمار الساقطة على الأرض. تتكون الأبواغ الكيسية في أكياس داخل ثمار كيسية كاذبة خلال أشهر الشتاء. وعادة تبدا اولى الإصابات مع بداية تفتح البراعم أو بعدها بقليل ويستمر تكون الأبواغ الكيسية وتحررها على مدى 5 – 9 أسابيع وتصل أعلى اعدادها وقتما تكون البتلات وردية وحتى سقوطها. يعتمد الوقت المطلوب لتحقيق الإصابة على عدد ساعات البلل المتواصل ودرجة الحرارة حيث يتطلب إنبات الأبواغ وجود غشاء مائي. في درجات حرارة 17.2 – 23.9 مْ تعطي فترات البلل لمدة 9 ساعات إصابة خفيفة ولمدة 12 ساعة إصابة متوسطة ولمدة 18 ساعة إصابة شديدة، وفي مثل هذه الظروف تتكون الكونيدات على المناطق المصابة بعد 9 أيام. أما في درجات الحرارة الأعلى أو الأقل من ذلك فإن فترات البلل المطلوبة أو مدة الحضانة ستكون أطول. تبقى الأوراق الحديثة حساسة للإصابة لمدة 5 – 8 أيام لكن السطوح السفلية للأوراق تبقى حساسة لمدة طويلة. أما على الثمار فإن فترة البلل المطلوبة لتحقيق الإصابة تزداد مع زيادة عمر الثمرة وتبقى الثمار حساسة للإصابة حتى وقت الجني. يستمر تكوين الكونيدات من المناطق المصابة حيث تمثل اللقاح الثانوي وتنتشر بواسطة رشاش المطر والرياح وتؤدي الى إستمرار حصول الإصابات الثانوية وتكرار دورة المرض عدة مرات خلال موسم النمو(Biggs & Hickey، 1998). إن إنبات كونيدات الفطر *V. inaequalis* (الشكل الكونيدي: *Spilocaea pomi*) يتاثر كثيرا بالأشعة فوق البنفسجية لكن الكونيدات تنبت جيدا حتى بعد التعرض المباشر لضوء الشمس لمدة 12 ساعة (Aylor & Sanogo، 1997). في الشكل 10.79 مخطط لدورة المرض.



شكل 10.79: دورة المرض للفطر Venturia inaequalis

عن: (Ellis et al.،1997)

السيطرة على المرض (Control)

1. إستخدام الأصناف المقاومة: يوجد عدد من أصناف التفاح المقاومة جدا والمقاومة للمرض مثل: Prima وPriscilla وSir Prize وFreedom وLiberty وJonafree و Enterprise وGoldrush وRedfree وPristine وWilliams Pride وNovamac وNova وEasygro. بينما الأصناف التجارية McIntosh وCortland وRed Delicious وRome وBeauty تكون حساسة جدا للإصابة. ومن اصناف التفاح البري (Crabapples) المقاومة Anne E وBob White وMolten Lava وOrmiston Roy و Prairifire وPrairifire وSargent وSentinel وStrawberry Parfait وSugar Tyme.

2. تنظيف ارض البستان من بقايا الأوراق والثمار المتساقطة والتخلص منها بحرقها.

3. إستخدام المبيدات الفطرية عند الضرورة. ويتم برش النباتات وقت بداية ظهور الأوراق الخضراء وتكرار العملية كل 5 – 7 ايام لحين سقوط البتلات. المبيدات الفعالة: Captan و Mancozeb و Benomyl و Thiophanate-methyl و Myclobutanil و Fenarimol (Agrios، 1997؛ Ellis *et al.*، 1997؛ Biggs & Hickey، 1998).

أمراض Monilinia fructicola

التعفن البني على الثمار ذات النوى الحجرية

Brown Rot of Stone Fruits

يعتبر مرض التعفن البني من اهم الأمراض على الثمار ذات النوى الحجرية كالخوخ والأجاص والكرز والمشمش واللوز. تتسبب الخسائر عن تعفن الثمار ولفحة الأزهار في الحقل وكذلك من خلال تعفن الثمار أثناء الخزن والنقل ويمكن ان تصل الخسائر 50 – 70 ٪.

الأعراض (Symptoms): تبدأ أولى الأعراض في الربيع بشكل موت مفاجيء للأزهار حيث يتحول لونها الى البني وتبقى عالقة على الغصن في كتلة صمغية تتغطى بعد ذلك بكتل أبواغ الفطر التي تكون رمادية الى دباغية اللون. كثيرا ما يتبع ذلك اصابة الغصن وإحداث تسوس حيث تتغطى المنطقة المصابة بكونيدات الفطر. تحصل لفحة الغصن إذا طوق بالتسوس وتصبح الأوراق دباغية الى بنية اللون وتبقى عالقة بالغصن لبضعة اسابيع، بينما تظهر على الغصن منطقة بنية غائرة غالبا ما تتغطى بالصمغ (شكل10.80). إن هذه التسوسات ستسهم في زيادة لقاح الفطر في الأجواء الرطبة وتكون مأوى له في التشتية. إن دفاعات الشجرة قد تحصر التسوس في مناطق صغيرة عند إتصال الغصن بالأزهار أو الثمار المصابة. يمكن أن تستعمر المناطق المصابة بفطريات أخرى مسببة للتسوس مثل انواع *Leucostoma*(Biggs *et al.*، 1998).



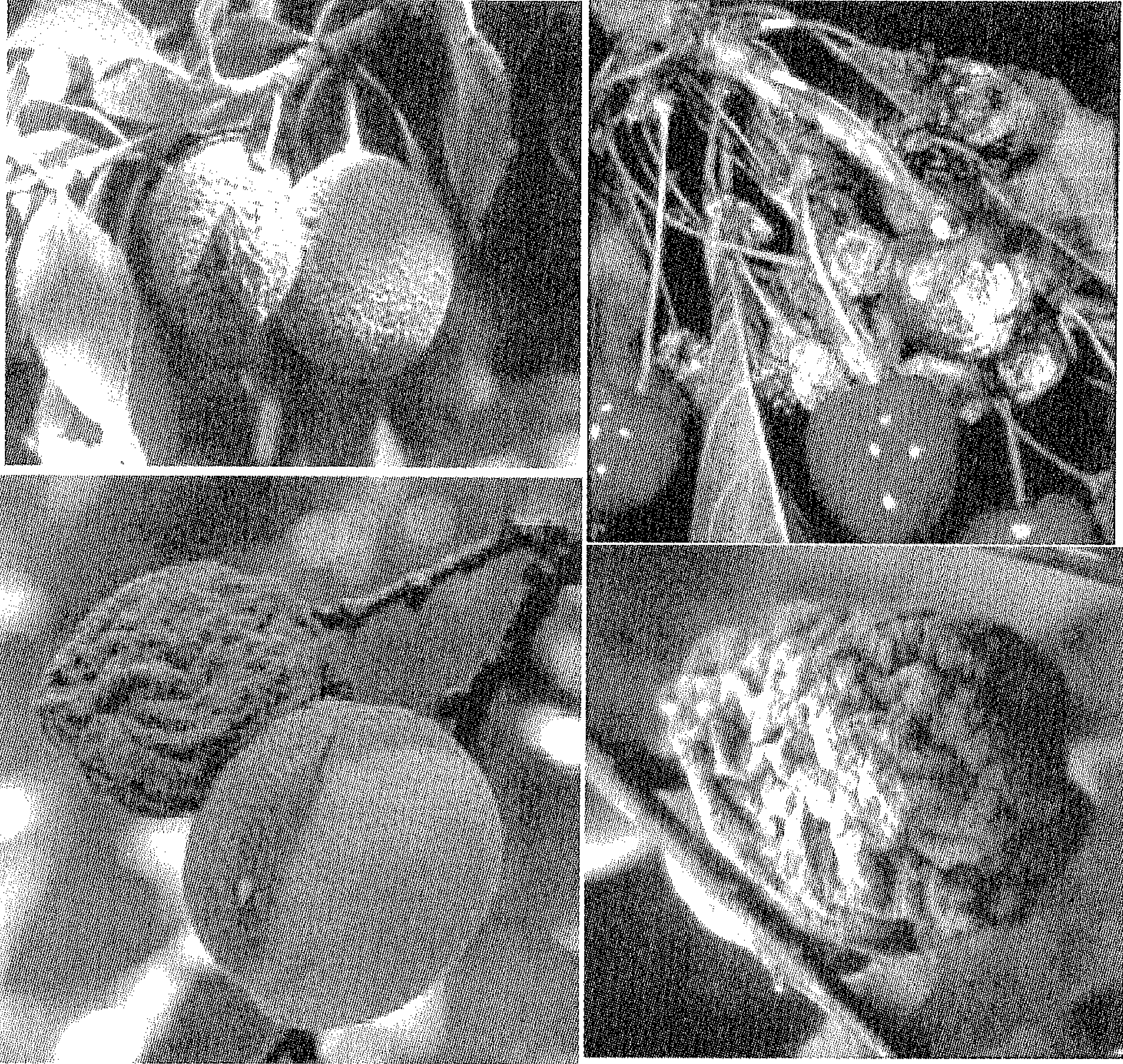
شكل 10.80: لفحة الغصن المتسببة عن الفطر Monilinia fructicola

عن: Government of British Columbia /Ministry of Agriculture and lands

D:\plant diseases\MONILINIA\Brown Rot of Stone Fruits2.htm

على الثمار البالغة أو الناضجة ينمو مسبب التعفن البني بسرعة حيث يحدث نخرا بنيا وتحت الظروف الملائمة للإصابة يمكن ان يسبب تعفنا جافا للثمرة بأكملها خلال 48 ساعة. على ثمار الخوخ غير الناضجة يمكن ان تحصل إصابات ساكنة تتبين بشكل بقع نخرية دائرية صغيرة. يبدو ان زيادة كميات اللقاح وطول فترة البلل تزيد من نسب حصول الإصابات الساكنة، لكن إرتفاع درجة الحرارة يوفر تاثيرا سلبيا عليها (Luo *et al.*،2001). مع نضج الثمرة ينتشر التعفن على كل الثمرة. على الثمار المصابة يكوّن الفطر كميات كبيرة من الكونيدات (شكل10.81) بينما تذبل الثمرة وتصبح مومياء قوية رمادية الى سوداء اللون يمكن ان تسقط على الأرض وتتكون عليها الأجسام

الثمرية الجنسية للفطر، أو قد تبقى عالقة على الشجرة (شكل10.82). في ظروف الخزن المبرد ا تبدو الثمار المصابة سوداء دون أن يكوّن الفطر عليها كونيدات أو يكون تجرثمه ضعيفا(Biggs *et al.*، 1998).



شكل **10.81**: أعراض مرض التعفن البني على ثمار الكرز والأجاص والمشمش والخوخ

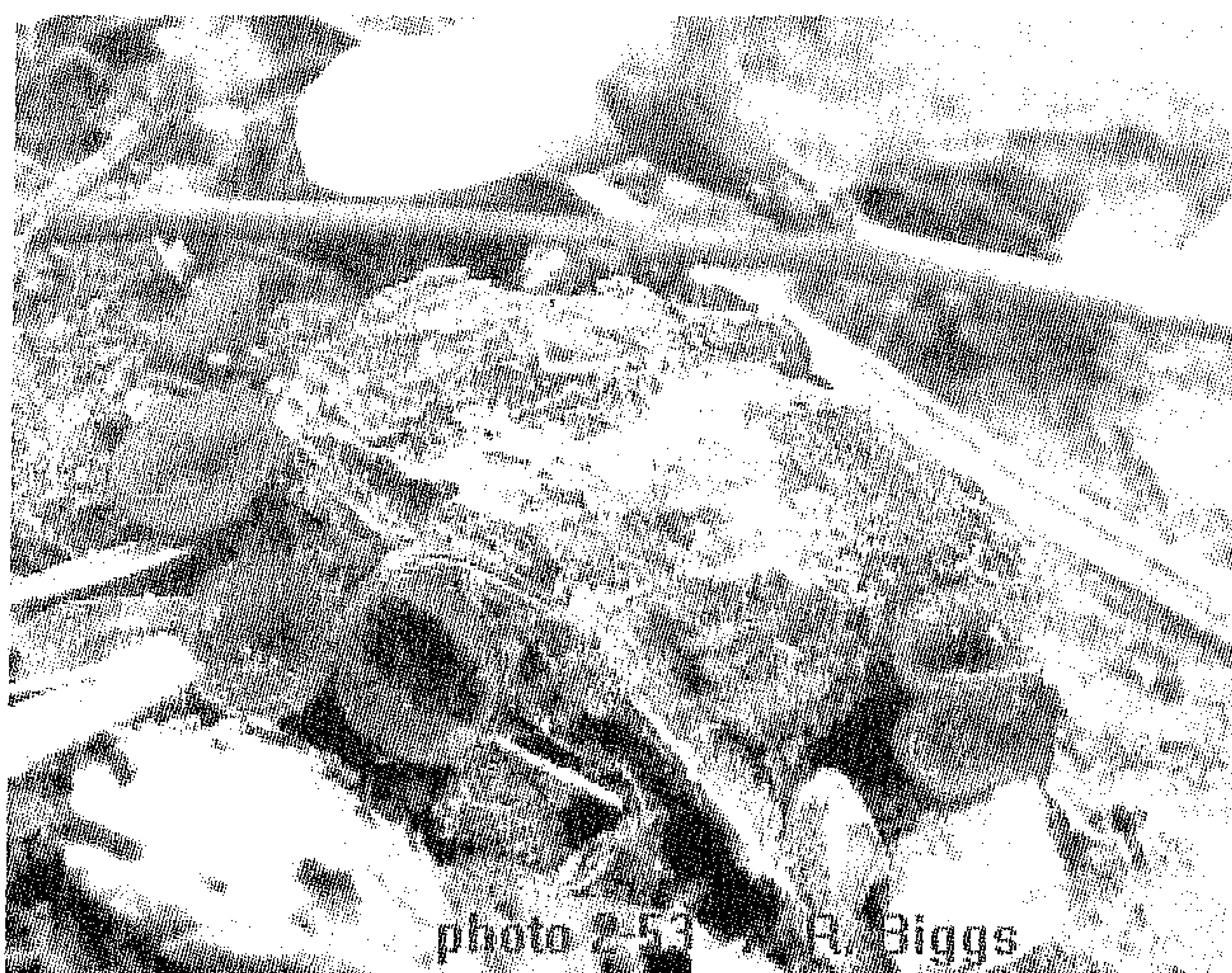
عن: **Government of British Columbia /Ministry of Agriculture and lands**

D:\plant diseases\MONILINIA\Brown Rot of Stone Fruits2.htm



شكل 10.82: التراكيب التكاثرية للفطر على مومياء ثمرة إجاص

عن: (Biggs et al.، 1998)



شكل 10.83: الأجسام الثمرية الكأسية البرتقالية للفطر M. fructicola على بقايا النبات المصابة

عن: (Biggs et al.، 1998)

الفطر الممرض (Pathogen) : *Monilinia fructicola*

يكوّن الفطر كونيدات إهليليجية من نوع الفطر الناقص *Monilia* تنتج في سلاسل على خصل من الحوامل الكونيدية في وسائد فطرية. كما ينتج الفطر كونيدات صغيرة بذيرات(Spermatia) في سلاسل على حوامل كونيدية قارورية الشكل. إن الكونيدات الصغيرة لاتنبت لكنها تقوم بتلقيح الخلايا الأنثوية المولدة للأكياس. تتكون الثمار الكيسية الكأسية البرتقالية اللون على الثمار المومياثية المصابة المدفونة كليا أو جزئيا في التربة او بقايا النباتات وتنشأ أكثر من 20 ثمرة كيسية على الثمرة الواحدة. تكوّن الثمرة الكيسية الكأسية آلاف الأكياس التي تتخللها خيوط عقيمة، كل كيس يحتوي على 8 أبواغ كيسية احادية الخلية(Agrios،1997).

تطور المرض (Development of Disease)

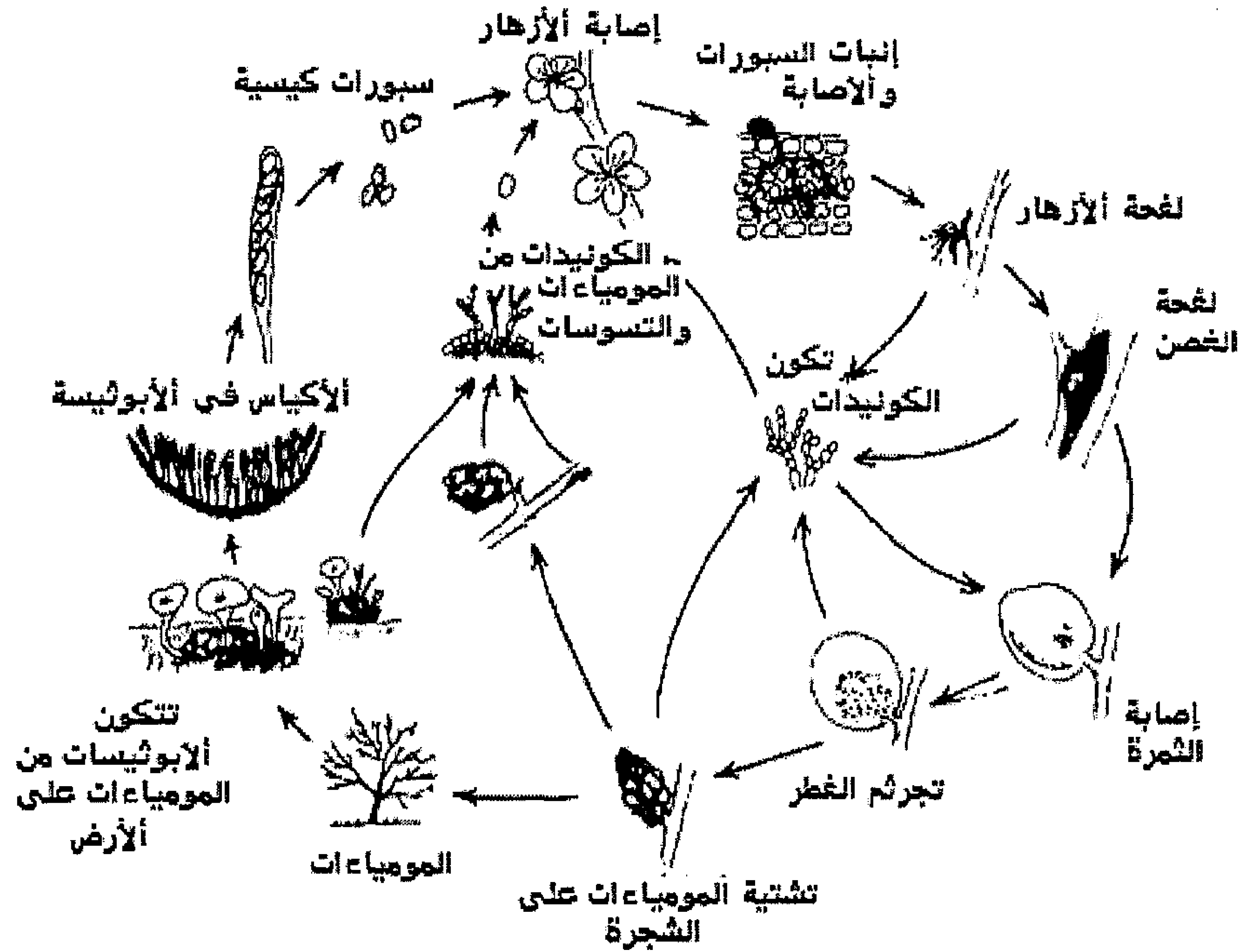
يشتي الفطر *Monilinia fructicola* بهيئة غزل فطري على الثمار المومياثية والأغصان والأزهار المصابة. تتكون احيانا التراكيب الثمرية الجنسية بهيئة ثمار كيسية كأسية على مومياءات الثمار على الأرض وتنتج أبواغ كيسية (شكل10.83). إن اقصى تحرير للأبواغ الكيسية يحصل في 15 مْ، وإن إنبات الأبواغ وطول الأنبوبة الجرثومية يزداد مع زيادة درجة الحرارة من 7 الى 15 مْ(Hong & Michailides،1998)، علما ان الثمار الساقطة على الأرض يمكن ان تحوي العديد من الفطريات إضافة الى الأحياء الدقيقة الأخرى. فقد تم

عزل 24 جنسا من الفطريات من بينها انواع *Trichoderma* بعضها قلل من نسب عزل الفطر الممرض *M. fructicola* وكذلك *Penicillium* و*Botrytis* و*Rhizopus* (Hong & Michailides،1999). إن ذلك قد يفسر ولو جزئيا ضعف دور الأبواغ الكيسية كلقاح اولي مقارنة بالكونيدات.

يكوّن الفطر كونيدات في وسائد فطرية خلال الأجواء الباردة الرطبة في الشتاء ومطلع الربيع، حيث درجات الحرارة بين 13 و25 مْ،، وعندما تكثر هذه التراكيب تترافق مع

أصابات شديدة في الأزهار. يستمر تكوين الكونيدات طيلة موسم النمو إلا أنه ينحدر في ظروف الصيف.

إن تركيز الأبواغ (أبواغ كيسية وكونيدات) يكون قليلا الى متوسطا مع بداية تكوين الأزهار ويزداد عند الأزهار الكامل ثم ينحدر مع نهاية عملية الإزهار (Luo *et al.*،2005). وعموما يعتقد ان الكونيدات هي اللقاح الأولي الرئيس للفطر. تنتشر الكونيدات بواسطة الرياح والأمطار وتنبت بسرعة تحت الظروف الملائمة. تحصل إصابة الأزهار في درجات حرارة مثلى 22 – 25 مْ. إن كثافة اللقاح ومدة البلل ودرجات الحرارة هي العوامل التي تحدد نسب الإصابة وشدتها. وهكذا تحصل إصابة الثمار في مدة بلل من 3 ساعات وكميات عالية من اللقاح(Biggs *et al.*،1998). وفي الوقت الذي يؤكد فيه باحثون آخرون على أهمية كميات اللقاح وطول فترة البلل إلا انهم لايرون دورا مهما لدرجات الحرارة في نجاح الإصابات الثانوية للفطر(Luo *et al.*،2001). تساعد الحشرات كنحل العسل وبعض الخنافس على نشر الكونيدات وايصالها الى الجروح التي تحدثها حشرات اخرى على الثمار التي في طور النضوج. إن وجود الجروح يساعد على إصابة الثمار(Biggs *et al.*،1998). في الشكل 10.84 مخططا لدورة المرض.



شكل 10.84: دورة حياة الفطر Monilinia fructicola

عن:

http: / /rds.yahoo.com /S=96062883 /K=monilinia+fructicola /v=2 / SID=w /l=IVR /SIG=123302iif /EXP=1132223951 /*-http%3A / / ohioline.osu.edu /hyg-Fact /3000 /3009.html

السيطرة على المرض (Control)

1. الطرق الزراعية

أ - إزالة جميع الثمار العالقة على الشجرة بعد آخر جنية من اجل التخلص من الثمار المومیائية التي تؤي الفطر.

ب - مراقبة ظهور إصابات الأزهار وتقليم الأجزاء المتسوسة والمصابة.

ج - مراقبة ظهور الأجسام الثمرية على الأرض تحت الأشجار حيث يمثل وجودها إنذارا بوجوب رش المبيدات الكيميائية للوقاية من إصابات الأزهار.

د – التسميد المتوازن بالنتروجين والبوتاسيوم.

2. المكافحة الكيميائية

يتركز أستخدام المبيدات الفطرية للوقاية من إصابات الأزهار وكذلك حماية الثمار حيث تبدا المكافحة قبل اسابيع من الجني. ومن المبيدات المستخدمة Azoxystobin و Chlorothalonil والكبريت والكبريت الجيري ومبيدات النحاس مثل Kocide وCaptan و Myclobutanil وغيرها.

3. المكافحة البيولوجية

ضرورة ايجاد مبيدات حيوية لمكافحة المرض. وهناك علامات على هذا الطريق حيث تم عزل واختبار عزلتين من الفطر المضاد *Trichoderma atroviride* وعزلة من الفطر *T. viride* وعزلة من الخميرة *Rhodotorula* sp. أظهرت فاعلية كبيرة في السيطرة على مرض التعفن البني على الثمار ذات النوى الحجرية (Hong & Michailides،1998).

أمراض الفطر Botrytis

Diseases Caused by Botrytis

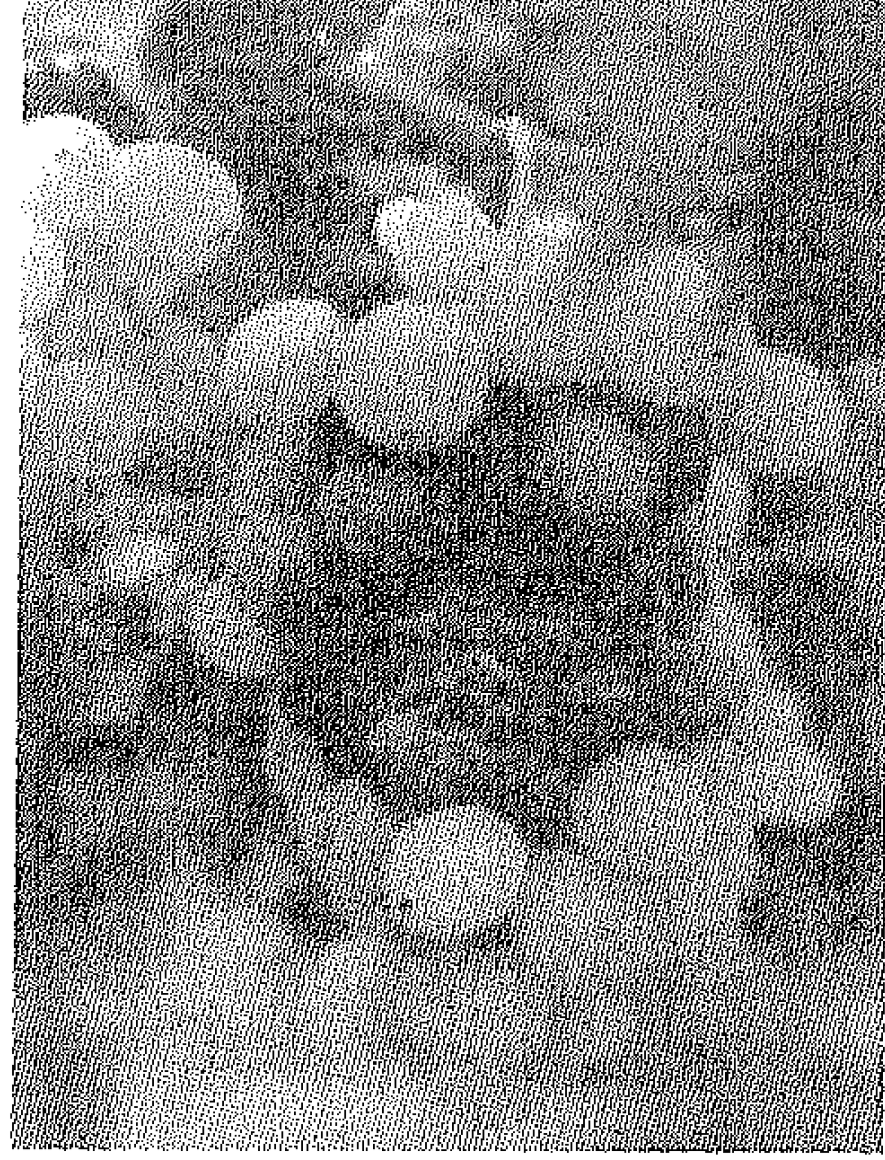
يعتبر الفطر *Botrytis* من اكثر الفطريات المرضة للنبات إنتشارا على مختلف نباتات الخضروات والفواكه والزينة والأشجار في مختلف مناطق العالم. يضم الجنس *Botrytis* عددا من الأنواع المرضة للنبات منها *B. squamosa* و*B. allii* و*B. aclada* و*B. porri* وأكثرها اهمية *B. cineria*. يسبب الفطر *B. cineria* مرض العفن الرمادي (Gray Mold Rot) أو لفحة البوترايتس (*Botrytis* Blight) على الكثير من النباتات تزيد عن 200 نوعا وتختلف اعراضه حسب نوع النبات والعضو المصاب. فالفطر يسبب لفحة الأزهار وتعفن الثمار ويمكن ان يسبب تسقيط البادرات وتعفن البراعم وتعفن او تسوس الساق وتعفن الأجزاء الأرضية كالدرنات والأبصال والجذور(du Toit *et al.*،2004 ؛Anonymous،2000 ؛O'Neill *et al.*،1997).

الأعراض (Symptoms)

إن الأعراض العامة للإصابة بالفطر *B. cineria* تتمثل بتلون رمادي الى بني للجزء المصاب الذي سيكون مائيا ويظهر على سطحه نموا فطريا كثيفا رمادي الى سنجابي اللون يتكون من الغزل الفطري والحوامل الكونيدية والكونيدات.

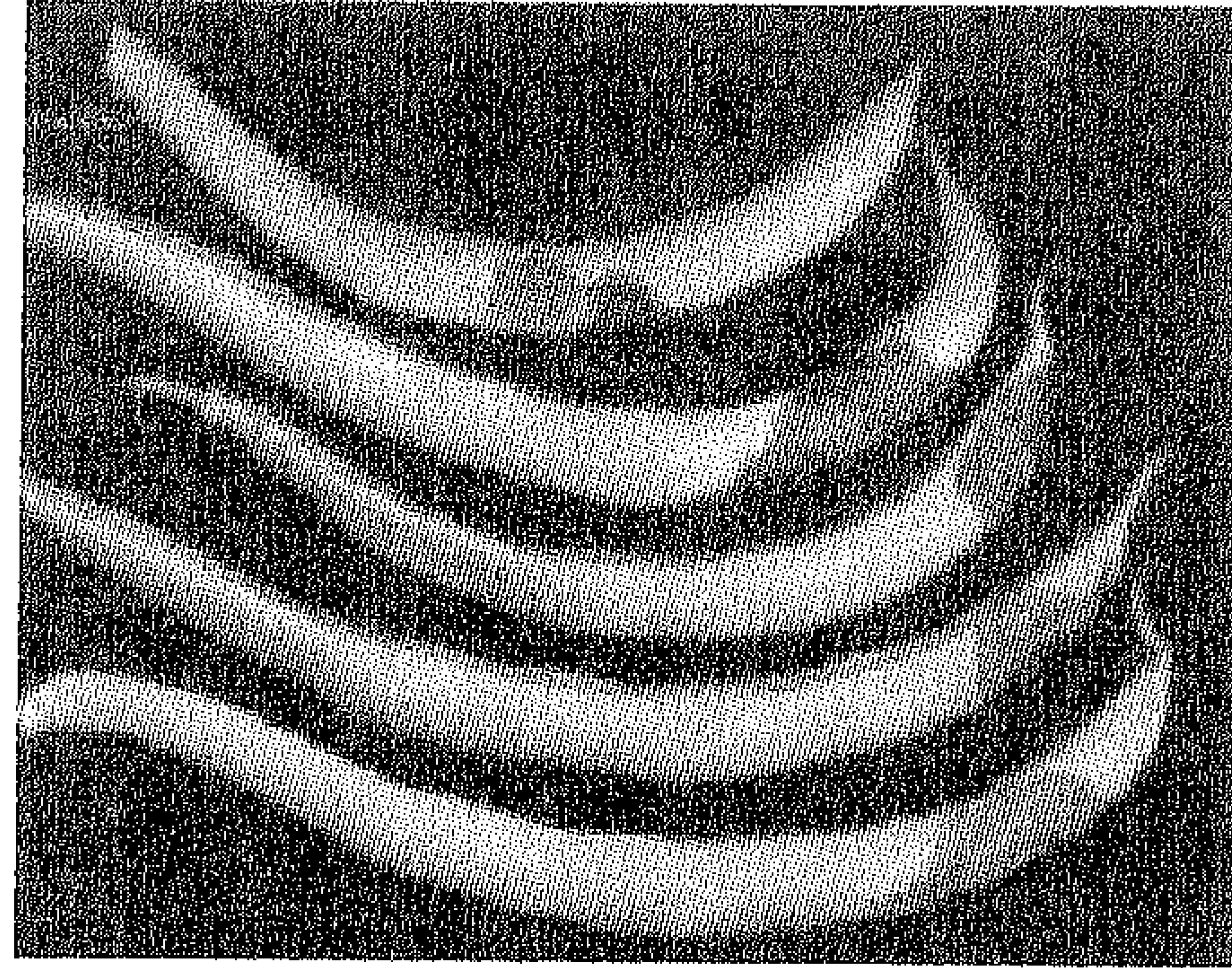
لفحة الأزهار وتعفن الثمار: إن هذا المرض يسبق ويؤدي الى تعفن الثمار والساق. إن بتلات الأزهار الشائخة لمختلف نباتات الخضروات المختلفة هي الأكثر حساسية وعرضة لمهاجمة الفطر *B. cineria*. ينمو الفطر في انسجة البتلات الذابلة ومنها يغزو بقية النورة الزهرية أو الثمار النامية ليسبب تعفن الطرف الزهري الذي ربما يشمل الثمرة كلها بعد ذلك. ويبدو ان الفطر لا يتمكن من مهاجمة جلد الثمار السليمة حيث تلعب الجروح دورا جوهريا في نجاح الإصابة (Coertze *et al.*،2001). ويمكن ان تهاجم الثمار كما في العنب (شكل10.85) من خلال الجروح الحديثة خاصة التي تحدثها الحشرات مثل يرقات الحشرة *Lobesia botrana* التي تقوم بنقل كونيدات الفطر *B. cineria* خارجيا وداخليا وتسهم بفاعلية في إحداث تعفن الثمار(Fermaud & Menn،1989;1992) أو العوامل الميكانيكية الأخرى والتشققات الناجمة عن النمو أو القروح التي تحدثها مسببات مرضية اخرى ويصبح الفطر *B. cineria* ممرضا ثانويا.

يحدث الفطر على الثمار المختلفة قروحا مائية، غير منتظمة، خضراء مصفرة الى رمادية – بنية، إسفنجية القوام، تتغطى بعد ذلك بنمو الفطر تحت الظروف الملائمة (شكل10.86).



شكل 10.85: تعفن ثمار العنب المتسبب عن الإصابة بالفطر B. cineria

عن: (Balasubramaniam،1997)



شكل 10.86: قرون فاصوليا مصابة بالفطر B. cineria

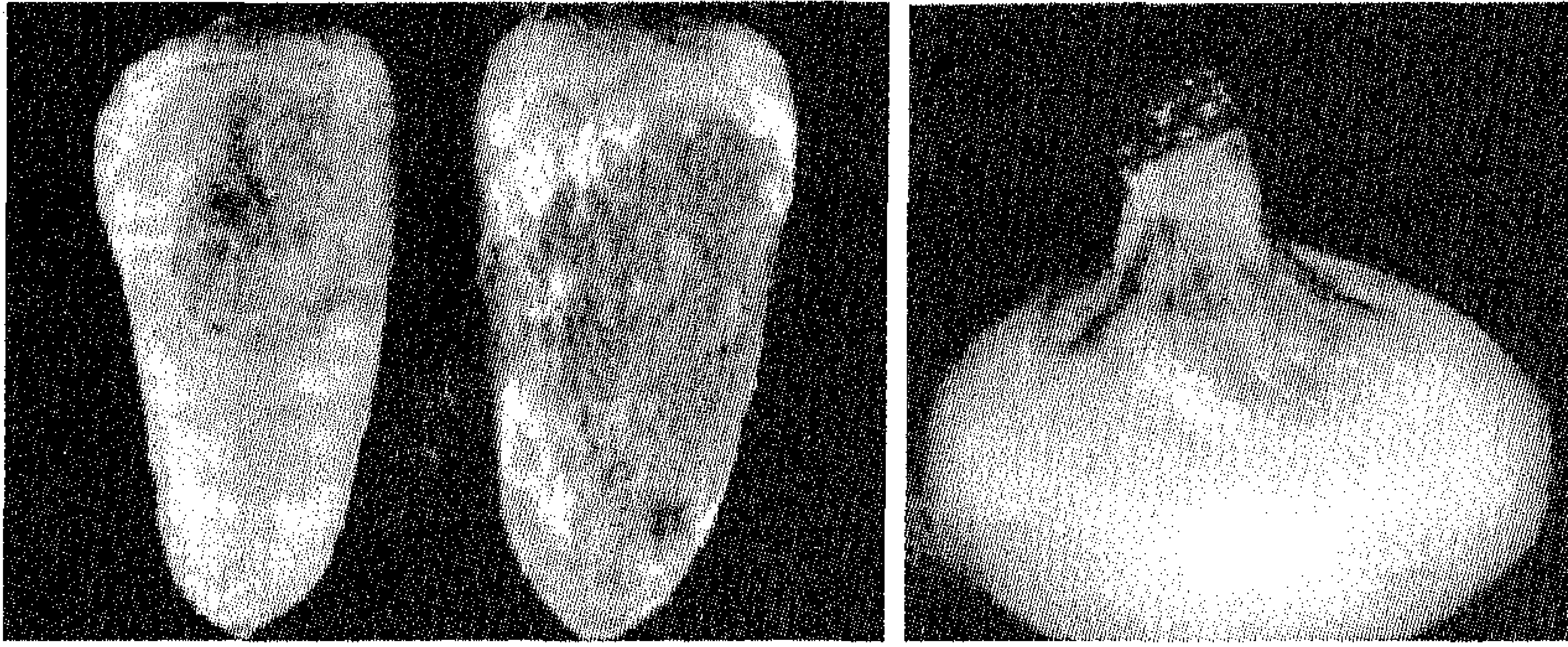
عن: (Anonymous،2000).

تعفن الأوراق: تصاب أوراق نباتات الخضروات كالخس واللهانة والبصل وغيرها بالفطر *B. cineria* و*B. squamosa* وغيرهما. تظهر في البداية بقع صغيرة لينة، صفراء الى دباغية. بعدها تتوسع البقع وتندمج لتشمل معظم الورقة ويصبح لونها رماديا. تبدأ الإصابات على الأوراق السفلية الملامسة للأرض وتحت ظروف الرطوبة والبرودة تصاب الأوراق الداخلية في الخس مسببة تعفنا طريا يحيلها الى كتلة هلامية. بينما يصبح التعفن جافا تحت ظروف الجفاف (Delahaut & Stevenson،2004).

تسقيط البادرات: يحصل تسقيط البادرات حيث يصيب الفطر ساق البادرة عند خط التربة مسببا تعفنا طريا دباغي الى بني اللون وسرعان ما يتغطى الجزء المتعفن بنمو الفطر. ينتشر هذا المرض في المشاتل المغطاة الرطبة الباردة او في الحقل (Agrios،1997؛ Anonymous،2000).

تعفن الساق والبراعم: تكون القروح على الساق داكنة اللون غائرة متطاولة ذات حواف محددة او انها تكون منتشرة على طول الساق. وتنشأ هذه الإصابات على سيقان الطماطة وغيرها من نباتات الخضروات في البيوت المحمية أو الحقل من خلال أثار الأوراق أو الجروح أو الأوراق المصابة. وفي النهاية يمكن ان تطوق الإصابة الساق وتقتل النبات مؤدية الى خسائر كبيرة، كما ان الإصابة يمكن ان تبقى ساكنة لمدة 12 اسبوعا قبل أن تصبح فعالة. تحت ظروف الرطوبة، بعد فترة تتغطى المناطق المصابة بنمو الفطر الرمادي وربما الأجسام الحجرية السوداء(Jarvis،1989؛ Elad *et al.*،1994).

تعفن الجذور والأبصال: تحصل الإصابة على أي جزء من الجذر او البصلة لكنها تكون أكثر حصولا في منطقة التاج والمناطق المجروحة وأطراف الجذر. القروح تكون مائية دباغية اللون تتحول الى إسفنجية القوام بنية اللون. اخيرا يمكن ان تجف المنطقة المتاثرة لتصبح جلدية متعفنة. ويظهر نمو الفطر على أوراق البصل والثوم أو الجذر في المنطقة المتعفنة (شكل10.87). وفي الأجواء الدافئة يمكن ان تتكون الأجسام الحجرية للفطر (Anonymous،2000؛ Delahaut & Stevenson،2004).



شكل 10.87: تعفن رقبة البصل المتسببة عن الإصابة بالفطر B. Allii(يمين) وإصابة جذور الجزر بالفطر B. cineria
عن: (Anonymous،2000).

الفطر الممرض (Pathogen): *Botrytis spp*.

من الفطريات السريعة النمو على الأوساط الزرعية حيث يكوّن مستعمرات رمادية الى بنية اللون ويكوّن أجسام حجرية سوداء غير منتظمة. الغزل الفطري مقسم يكوّن حوامل كونيدية طويلة متفرعة ذات نهايات مدورة تحمل كونيدات بيضوية، أحادية الخلية بشكل عناقيد تشبه عناقيد العنب. يكوّن الفطر الكونيدات على الأوساط الزرعية الطبيعية والأصطناعية بينما تتكون الأجسام الحجرية على الأوساط الطبيعية دون الإصطناعية مما يعكس حاجة الفطر في هذه الحالة الى أوساط غنية بالمواد الغذائية(شريف وديمرداغ، 1983). بعض الأنواع يمكن ان تكوّن أجسام ثمرية كيسية كأسية يكونها الطور الجنسي *Botryotinia*. في الطبيعة إضافة الى قدرتها التطفلية تنمو فطريات *Botrytis* spp. بشكل رمي على بقايا النبات والمواد العضوية في التربة. يشتي الفطر بشكل خيوط فطرية في أجزاء وبقايا النباتات المصابة وبشكل أجسام حجرية.

الفطر نخري التغذية يعمل على قتل الأنسجة بواسط السموم وجذور الأوكسجين الفعالة (ROS) من اجل التغذي عليها. تظهر الدراسات الجزيئية أن الفطر يشترك مع المسببات المرضية الفطرية الأخرى في بعض عوامل الضراوة لكنه ايضا يمتلك آلياته الخاصة ويظهر خصوصيات تعتمد على السلالة(Choquer *et al.*،2007).

تطور المرض (Development of Disease)

يشتي الفطر كغزل فطري واجسام حجرية في بقايا النباتات المصابة. تنبت كونيدات الفطر في وجود الماء الحر ودرجات الحرارة 15 – 25 مْ وينشط الفطر في درجات الحرارة المنخفضة 0 – 10 مْ على المواد النباتية المخزونة، بينما تصعب الإصابة في درجات حرارة تزيد عن 25 مْ. لكن بعد حصول الإصابة يمكن ان ينمو الفطر على مدى واسع من درجات الحرارة تتراوح بين 0 الى 35 مْ. ينتشر الفطر عن طريق تكوين الكونيدات بغزارة وتنتشر بواسطة الهواء بالأساس إضافة الى الوسائل الأخرى. وعند سقوطها على السطوح النباتية الحساسة تنبت بوجود الماء والمواد الغذائية وتقوم بإختراق النبات عبر الجروح أو النمو من الأنسجة الميتة ومنها الى الأنسجة الحية وتحقيق نمو وغزو غير احيائي التغذية. إن كثافة اللقاح للفطر *B. cineria* تزيد من فرص الإصابة (Eden *et al.*،1996)، وبين (O'Neill *et al* 1997.،) أن 1000 كونيدة / الجرح حققت إصابات سريعة على ساق الطماطة، بينما 10 كونيدة / الجرح حققت نسب أصابة قليلة. الأجسام الحجرية تبقى حية في مدى واسع من درجات الحرارة تتراوح بين 4 الى 54 مْ. تنبت الأجسام الحجرية بوجود الرطوبة لتكوّن خيوط فطرية تنتج كونيدات. كما يمكن ان تكوّن الأجسام الحجرية تراكيب ثمرية جنسية من نوع الثمار الكيسية الكأسية التي تكوّن أكياس تحتوي على أبواغ كيسية تتمكن أيضا من تحقيق الإصابة(Anonymous،2000؛ Blakeman ،1993).

السيطرة على المرض (Control)

1. الطرق الزراعية

أ – أستخدام البذور غير الملوثة بالفطر والشتلات الخالية من الإصابة.

ب – توفير التهوية في البيوت المحمية وتجنب تكون ماء التكاثف برفع درجة الحرارة.

ج – إزالة الثمار والأجزاء والنباتات المصابة.

د. تعريض الأبصال قبل الخزن لدرجة حرارة 32 – 50 مْ لمدة 4 أيام من اجل تقليل المحتوى الرطوبي ومن ثم خزنها في درجة حرارة 3 مْ في مخزن قليل الرطوبة.

2. المكافحة الحيوية

يبدو ان المستقبل القريب سيشهد إستخدام المكافحة الحيوية كوسيلة فعالة وأمينة لمكافحة أمراض الفطر *Botrytis*. فقد أظهرت الخميرة *Pichia guilermondii* والبكتريا *Bacillus mycoides* تثبيطا لإصابة الفطر *Botrytis cinerea* لنباتات الشليك. بينت دراسات المجهر الألكتروني أن الخميرة سببت تبيطا مهما لأنبات كونيدات الفطر بينما سببت البكتريا تحطيم الكونيدات. أما إستخدام العاملين معا فقد زاد من التأثير التثبيطي ضد المسبب المرضي(Guetsky *et al.*،2002). إن إضافة الفطر *Trichoderma hamatum* سلالة 382 الى البتموس أدى الى تثبيط شدة مرض لفحة البقونيا المتسببة عن الفطر *B. cinerea* بدرجة مكافئة لما يحدثه المبيد الفطري Chlorothalonil وأن فطر المكافحة الحيوية زاد من مقاومة النبات للإصابة(Horst *et al.*،2005).

3. المكافحة الكيميائية

إستخدام المبيدات الفطرية الموصى بها مثل Dichloran وZineb وManeb و Chlorothalonil وCaptan وIpirodione خاصة وقت الإزهار، علما ان تأثير المبيدات لا يتوضح وقت توفر الرطوبة والحرارة المنخفضة المشجعة لنمو الفطر، كما ان ظهور السلالات المقاومة يقلل من كفاءة إستخدام المبيدات الكيميائية (Agrios،1997؛ Legard *et al.*،2001).

أمراض الذبول الوعائي المتسببة
عن الفطريات الكيسية والناقصة
Wilt Diseases Caused by
Ascomycota and Deuteromycota

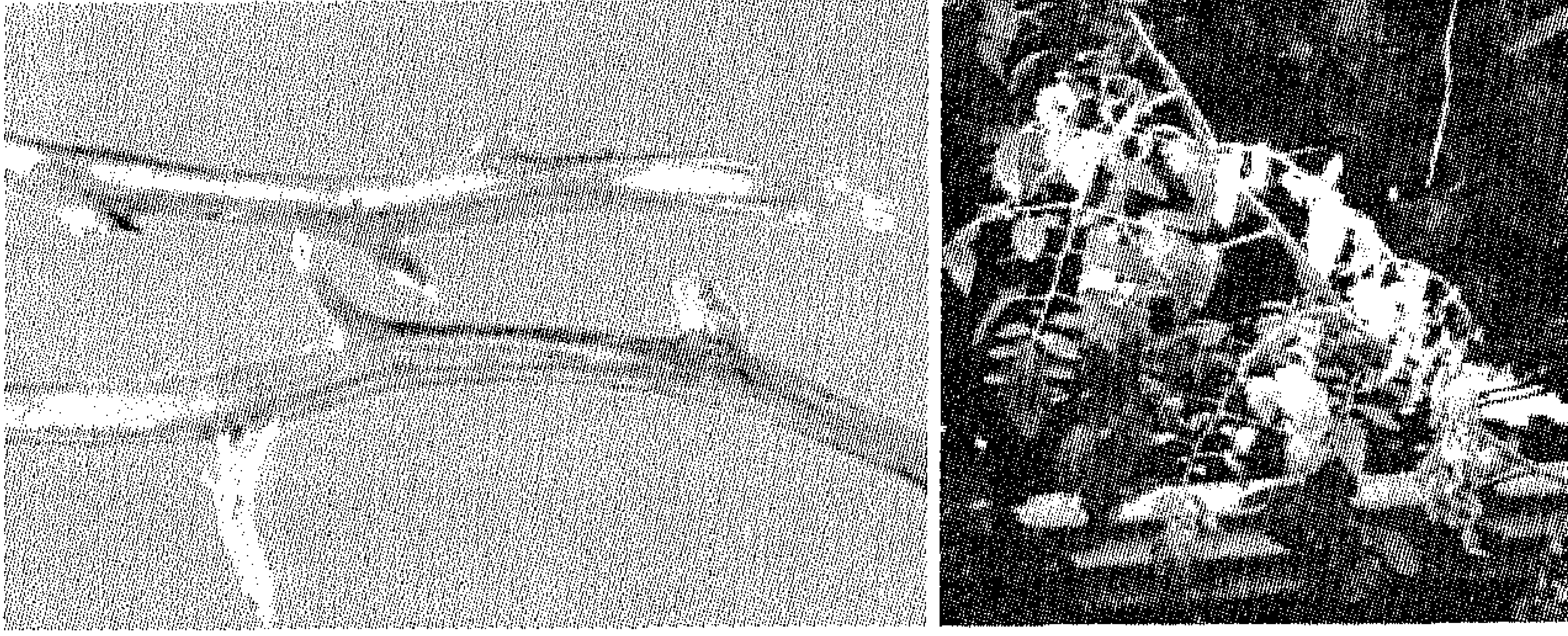
من الأمراض الواسعة الإنتشار وذات الأعراض المميزة التي تتضمن إصفرار وتدلي الأوراق وذبولها ومن ثم موتها وموت فروع النبات أو النبات بأكمله. تصيب الفطريات المسببة اوعية الخشب مؤدية الى عرقلة مرور الماء والمواد المذابة فيه مما يسبب إخلالا في التوازن المائي للنبات ويحدث حالة الذبول حيث ان المقاومة الميكانيكية للنبات تعتمد اساسا على ضغط إمتلاء الخلايا الذي ينتج عن إمتصاصها لكميات مناسبة من الماء. تتسبب أمراض الذبول عن الإصابة بالفطريات *Fusarium* و*Verticillium* و *Ophiostoma*.

الذبول الوعائي على الطماطة المتسبب
عن الفطر Fusarium oxysorum

يصيب الفطر *Fusarium oxysorum* أنواعا عديدة من النباتات بضمنها الخضروات ونباتات الزينة والمحاصيل الحقلية كالقطن والتبغ والموز وقصب السكر وغيرها والأدغال وبعض الأشجار. إن خطورة المرض تزداد في البيئات الدافئة خاصة في البيوت المحمية. وتكمن خطورة المرض بكونه يتسبب عن فطريات التربة حيث تصعب مكافحتها مقارنة بفطريات الأجزاء الهوائية.

الأعراض (Symptoms)

تبدأ الأعراض بشفافية عروق خفيفة على الوريقات الخارجية للأوراق الحديثة تتطور الى إصفرار وتدلي الأوراق السفلية وتظهر الأعراض على جانب أو فرع واحد من النبات. يتوالى إصفرار وذبول وموت الأوراق قبل إكتمال نضج النبات. ومع تقدم المرض يتقزم النبات ويتكون القليل من الثمار. العرض التشخيصي للمرض يتم من خلال عمل مقطع طولي في الساق حيث يشاهد تلون بني محمر على نسيج الخشب، خاصة عند مواقع إتصال الأوراق (شكل10.88)(Agrios، 1997؛ Wong، 2003).



شكل 10.88: أعراض الذبول الفيوزارمي على نبات الطماطة (يسار) وتلون الخشب (يمين)

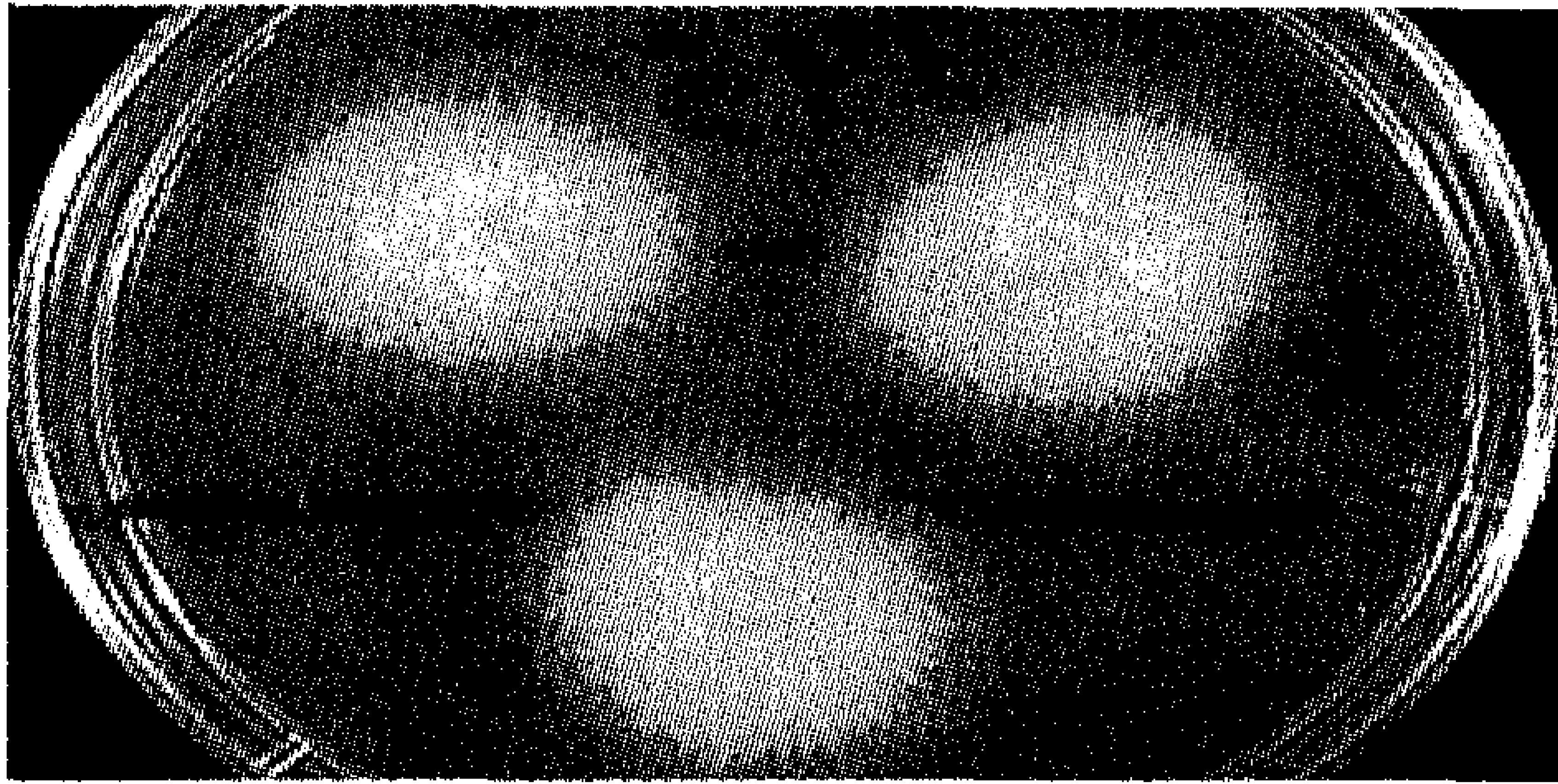
عن: (Wong،2003)

الفطر الممرض (Pathogen): *Fusarium oxysorum*

الفطر *F. oxysorum* من فطريات التربة الشائعة الوجود يضم سلالات ممرضة وغير ممرضة للنبات. إن آهلات الفطر تتمثل بالعديد من المجاميع المعزولة وراثيا وذات جينوم متشابه التركيب ويبدو ان هذه الإختلافات الوراثية تنشأ نتيجة عمل الدورة النظير جنسية (Parasexuality) وعلى اساس خصوصياتها العوائلية قسمت السلالات الممرضة الى 32 شكل خاص *formae speciales* (Bulat *et al.*،1995؛ Katan،1999).

يوجد الفطر *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* الذي يصيب نباتات الطماطة بثلاثة سلالات ممرضة هي سلالة 1 وهي الأكثر إنتشارا تليها السلالة 2 ثم السلالة 3. إن ظهور هذه السلالات كان نتيجة زراعة أصناف من الطماطة تحمل جينات مقاومة مختلفة(Wong،2003؛ Holgu،2005).يكوّن الفطر على الأوساط الزرعية مستعمرات بيضاء الى وردية مشوبة بالأرجواني (شكل10.89). ويكوّن الفطر كونيدات كبيرة (Macroconidia) كثيرة الى قليلة العدد، تحمل على حوامل كونيدية متفرعة أو على سطح وسادة فطرية. الكونيدات مقسمة بثلاثة الى خمسة حواجز عرضية. الكونيدات مغزلية الشكل مدببة النهايتين وخلية ساقية عند القاعدة (شكل10.90). الكونيدات

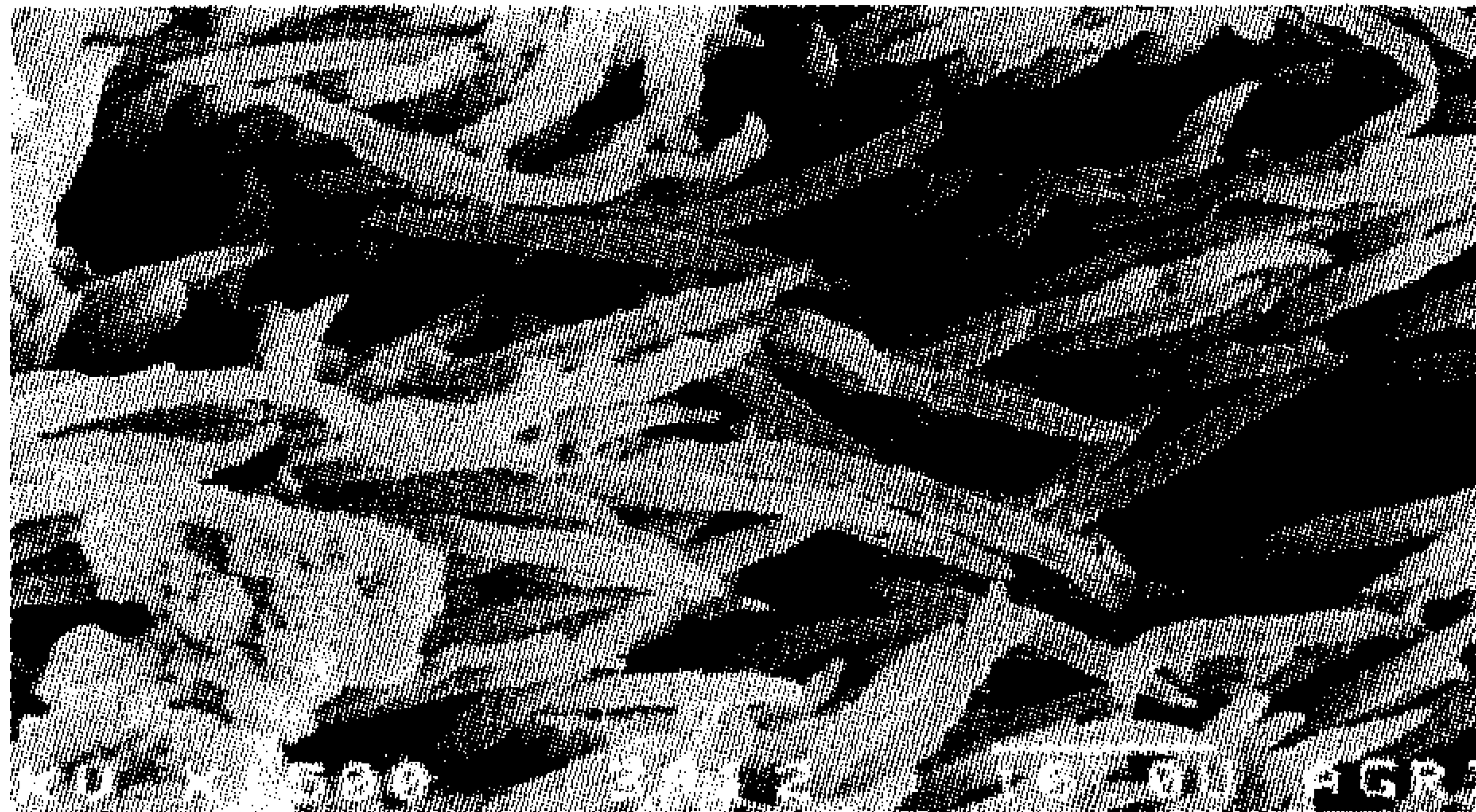
الثلاثية الحواجز العرضية تكون بأبعاد 27 - 46X3-5 مكم وتشكل النسبة الأكبر، بينما الخماسية الحواجز العرضية تكون بأبعاد 35 - 60X3-5 مكم. الكونيدات الصغيرة (Microconidia) تنتج على فاليدات، والكونيدة مؤلفة من خلية واحدة، بيضوية الى أهليليجية الشكل، مستقيمة الى منحنية بابعاد 5 -12X2.2-3.5 مكم. الأبواغ الكلاميدية سميكة الجدران، ملساء الى خشنة وتكون طرفية أو بينية، مفردة في الغالب وبأزواج او سلاسل(Wong،2003).



شكل 10.89.: نمو الفطر Fusarium oxysporum على وسط **Sabouraud agar** مضاف اليه **chloranphenicol**

عن:

/http: / /www.reviberoammicol.com /photo_gallery /Fusarium /oxysporum



شكل 10.90: صورة بالمجهر الألكتروني الماسح للكونيدات الكبيرة للفطر

Fusarium oxysporum f.sp.lycopersici من على

سطح نبات طماطة مصاب. الخط 10 مكم

عن: (**Katan** et al.،**1997**)

تطور المرض (Development of Disease)

يعتبر مرض الذبول الفيوزارمي من أمراض المناطق الدافئة. ويشجع المرض في الترب الرملية الحامضية. إن درجة حرارة التربة والهواء المثلى لتطور المرض هي 28 مْ، بينما يثبط فوق 34 مْ أو 17 – 20 مْ أو اقل. كما يشجع الفطر بمستوى الرطوبة الملائم لنمو النبات. من العوامل المساعدة على زيادة إستعداد النبات لتقبل الإصابة إنخفاض مستوى التسميد النتروجيني والفسفوري وزيادة التسميد بالبوتاسيوم، اليوم القصير النهار وإنخفاض شدة الأضاءة.

يعيش الفطر في التربة على الأجزاء النباتية المصابة حيث يوجد بشكل غزل فطري وكونيدات مختلفة وأبواغ كلاميدية. ينتقل المسبب عن طريق البذور والشتلات المصابة والتربة والأدوات الملوثة ومياه الري(Wong،2003).

تحصل الإصابة عن طريق الجروح او مناطق تفرع الجذر، كما يمكن للفطر الإختراق المباشر. تشتمل عملية الإصابة بالفطر *Fusarium oxysporum f.sp.lycopersici* على إنبات الأبواغ بتحفيز من مواد تفرز من الجذر وتكوين ما يشبه العضو اللاصق يخرج منه إنبوب إصابة والتصاقه بسطح الجذر ثم الإختراق المباشر لسطح الجذر والنمو في انسجة النبات(Inoue *et al.*،2002).

ينمو الفطر في قشرة الجذر ما بين الخلايا وعندما يصل الى اوعية الخشب يخترقها من خلال النقر الموجودة عليها. تنمو الخيوط الفطرية في الأوعية صاعدة الى ساق النبات ويكوّن كونيدات صغيرة تنتشر مع تيار النسغ الصاعد في الأوعية. تصيب الخيوط الفطرية عرضيا اوعية مجاورة مؤدية الى غزو شامل لأنسجة الخشب. إن إصابة اوعية الخشب ونمو الخيوط الفطرية ووجود أبواغ الفطر وتكوين مواد سكرية معقدة نتيجة النشاط الإنزيمي للفطر حيث تشكل هلام وكذلك تكوين التايلوزات كرد فعل دفاعي من النبات يؤدي الى تضييق او سد فراغات الأوعية الخشبية مما يسبب عرقلة مرور تيار النسغ الصاعد وبالتالي نشوء اعراض الذبول. يمكن أن تنتقل الإصابة الى الثمار

والبذور. وعند موت النبات يحصل غزوا شاملا لأنسجته حيث يصل النمو الى سطحه ويكوّن أبواغه بكثافة.

أظهرت إصابات الفطر (*Fusarium oxysporum f.sp.lycopersici* race 1) على بعض أصناف الطماطة تكوين طبقة كثيفة من كونيدات الفطر على سطوح الأجزاء السفلية للسيقان مشابهة لما يحدثه الفطر *Fusarium oxysporum f. sp. radicis-lycopersici* مسبب تعفن التاج والجذر على الطماطة وكذلك الفطر *F. oxysporum f. sp. radiciscucumerinum* على الخيار و*F. oxysporum f. sp. cyclaminis* على نبات بخور مريم و*F. oxysporum f. sp. perniciosum* على نبات السنط (Mimosa). وهذه الكونيدات يمكن ان تنتشر بواسطة تيارات الهواء ولها اهمية وبائية كبيرة فالمعروف ان فطريات التربة تكون احادية الدورة المرضية (Monocyclic) أما الفطريات التي تصيب الأجزاء الهوائية فتكون متعددة الدورة المرضية (Polycyclic) وقد ارجعت الى عوامل بيئية كزيادة الرطوبة(Rekah *et al.*،2000 ؛Katan *et al.*،1997).

السيطرة على المرض (Control)

1. إستخدام الأصناف المقاومة: تتوفر العديد من الأصناف المقاومة التي تحمل جينات معروفة تمكن النبات من مقاومة الإصابة. إن زراعة الأصناف المقاومة ادى الى تراجع الإصابة وإختفاء السلالة السائدة المتاثرة بالمقاومة. لكن ذلك يمكن ان يؤدي الى ظهور سلالات جديدة من الممرض ينبغي تشخيصها وزراعة الأصناف المقاومة لها(Sheu & Wang،2006).

2. إستخدام المواد المنشطة: إن رش أوراق نبات الطماطة بمادتي Validamycin A أو Validoxylamine A المنشطتين للنبات يؤدى الى السيطرة على مرض الذبول الفيوزارمي ولمدة 6 اشهر، علما ان المادتين ليستا مضادتين للفطر مباشرة. إن رش هاتين المادتين يؤدى الى تراكم حامض السلسليك في النبات وتنشيط الجينات(PR-1) *P4* و(PR-2) *Tag* و(PR-5) *NP24* الدالة على التعبير عن المقاومة الجهازية المكتسبة. وعملت هاتين

المادتين ضد الإصابة باللفحة المتاخرة والبياض الدقيقي على الطماطة ايضا(Ishikawa *et al.*،2005).

3. إستخدام العناصر المعدنية: أظهرت العناصر المعدنية الصغرى البورون والنحاس والمنغنيز والزنك تاثيرا مثبطا لأنبات أبواغ الفطر *Fusarium oxysporum f.sp.lycopersici* (race 1) كما ثبط النحاس والمنغنيز نمو الفطر على الأوساط الزرعية بينما زادت هذه العناصر من مقاومة النبات للتاثيرات السمية لراشح مزرعة الفطر وخفضت بشكل معنوي من دليل المرض(Barzan *et al.*،1987).

4. المكافحة الحيوية: أظهرت الفطريات والبكتريا المعزولة من تربة منطقة الجذر لنباتات الطماطة تاثيرا مضادا لفطر الذبول الفيوزارمي. من هذه الأحياء الدقيقة سلالات غير ممرضة من الفطر *Fusarium* spp. و*Trichoderma* spp. و *Gliocladium virens* و *Pseudomonas fluorescens* و*Burkholderia cepacia*، أكثرها فاعلية كانت السلالات غير المرضة من *F. oxysporum* و*F. solani*. كما أظهر المبيدان الحيويان SoilGard (*G. virens*) وRootShield *(T. harzianum*) سيطرة جيدة على المرض (Larkin & Fravel،1998) والفطر غير الممرض *Fusarium oxysporum* Fo47 والبكتريا *Pseudomonas putida* WCS358 (Duijff *et al.*،1999) .

مرض البيوض على نخيل التمر

Bayoud Disease of Date Palm

من الأمراض المدمرة الواسعة الإنتشار على نخيل التمر في المغرب والجزائر. ظهر المرض للمرة الأولى سنة 1870 في وادي درا جنوب المغرب في مزرعة نخيل تمتد على مسافة 300 كم. بعدها بسنوات قليلة ظهر في غرب وشرق المغرب ثم وصل الى الواحات الغربية في الجزائر سنة 1898. دمر المرض في المغرب 10 مليون نخلة تمر تشكل ثلثي عدد نخيل التمر في هذا البلد و3 ملايين نخلة تمر في الجزائر(Tantaoui *et al.*،1996 ; Zaid *et al.*،2002).

أعراض المرض (Symptoms)

تسبب فطريات *Fusarium oxysporum* أمراض الذبول على الخضروات والنباتات العشبية والأشجار. على الأشجار لا تظهر أعراض تدلي الأوراق وذبول النبات وإنما تكون بشكل تلون وجفاف وتيبس الأوراق وموت النبات. المرض يصيب النخلة والفسلان بجميع مراحل نموها. تظهر اعراض المرض بتغير لون الأوراق بإتجاه الرمادي المخضر ثم الأبيض (و من هنا جاءت تسمية المرض) على جانب واحد من السعفة (Rachis) بدءا من القاعدة نحو القمة ثم تنزل على الجانب الآخر من القمة نحو القاعدة. يمكن ان تظهر هذه الأعراض على ورقة واحدة أو عدة اوراق سواء الأوراق المحيطية او في قلب النخلة. تظهر على طول الجانب الظهري للسعفة صبغة بنية تتقدم من القاعدة نحو القمة وهو ما يقابل تقدم الغزل الفطري في الحزم لوعائية. بعدها تتقوس السعفة كريشة رطبة وتتدلى على الجذع. إبيضاض وموت الوريقات يمكن أن يستغرق بضعة أيام الى أسابيع. تظهر مثل هذه الأعراض المتتالية على الأوراق المجاورة. تتطور الأعراض الى تيبس الوريقات ثم تذبل قمة الشجرة وتموت. عمل المقاطع العرضية في الأوراق المصابة يظهر تلون الحزم الوعائية. إن هذه الأعراض تنتج عن إصابة الفطر لأوعية الخشب في الحزم الوعائية بدءا من الجذر وصعودا نحو الأوراق(شكل10.91). هذه الأعراض تكون مشابهة تماما لأعراض الإصابة بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *canariensis* على نخيل الكناري(شكل10.92). كما يسبب الفطر *Fusarium proliferatum* اعراضا مشابهة على نخيل التمر(Abdalla *et al.*،2000 ; Zaid *et al.*،2002) (شكل 10.93).

الفطر الممرض(Pathogen): *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*

يبدو ان الفطر المسبب لمرض البيوض يوجد بتركيبة وراثية واحدة نشات عن طريق الكلونة الطبيعية كما تبين من خلال الدراسات المظهرية والجزيئية لعزلات متعددة للفطر من المغرب والجزائر(Tantaoui *et al.*،1996). العزلات المختلفة للفطر تظهر أنماط تهجين مشابهة جدا لـ *Fot* 1 التي تم كلونتها اول مرة من الفطر *F. oxysporum* f. sp.

melonis وهي واسعة الإنتشار في الفطر 1998، Fernandez *et al.*)*F. oxysporum*).

أظهرت الدراسات الجزيئية وجود إثنتين من جزيئات DNA شبيهة بالبلازميد في ميتاكوندريا صنفين من النخيل، أحداها تتألف من 1454 ز ق (زوج قاعدة) وتحتوي جينات الحساسية للمرض (Plasmid S) توجد في الصنف الحساس والأخرى تتألف من 1345 ز ق وتحتوي على جينات المقاومة للمرض (Plasmid R) وتوجد في الصنف المقاوم للمرض(Benslimane *et al.*، 1995).

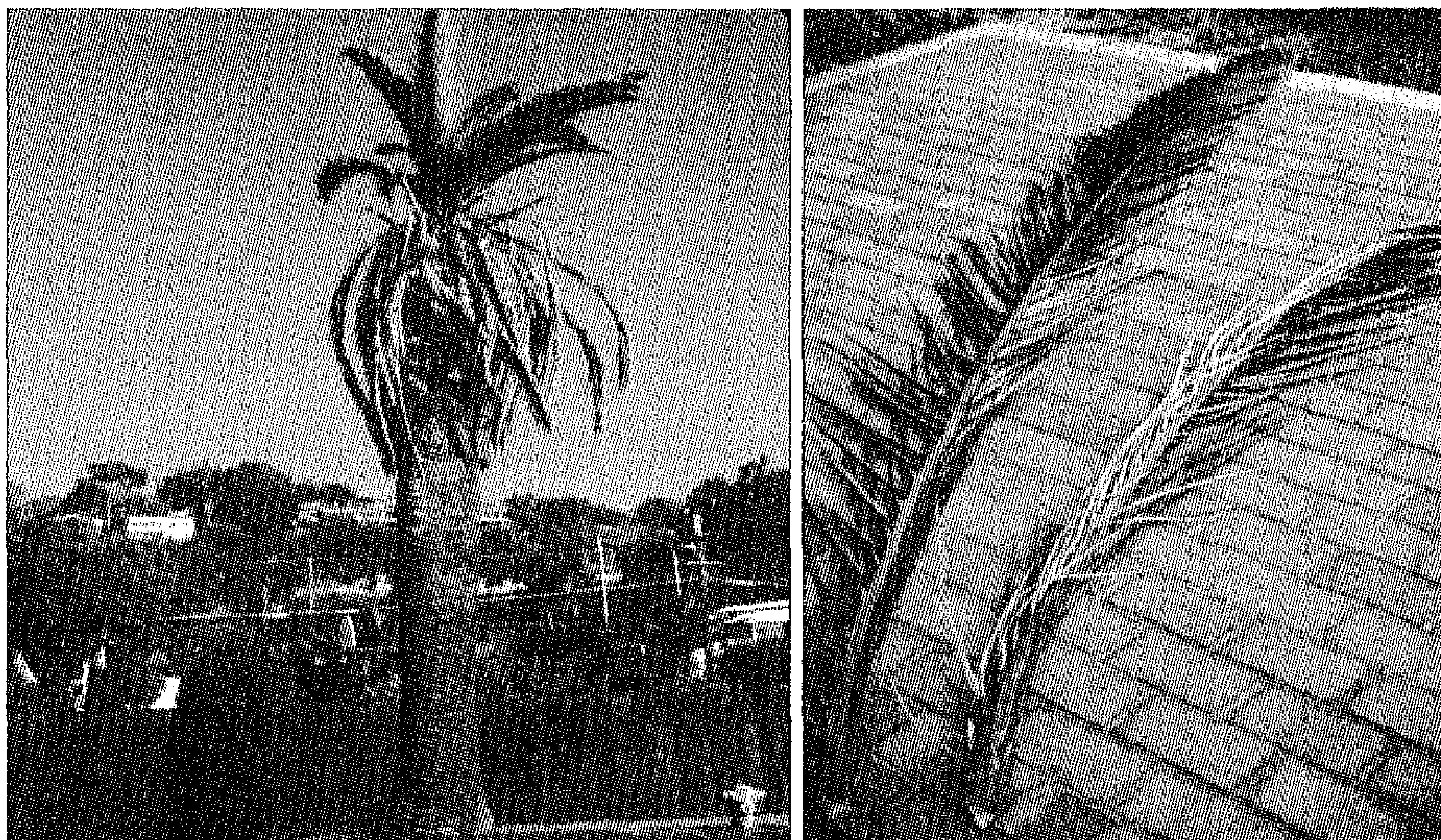


شكل 10.91: مقطع عرضي في جذع نخلة تمر مصابة بالفطر Fusarium oxysporum **f. sp.** albedinis تظهر تلون الحزم الوعائية

عن: J. Louvet، ، Bugwood.org

Forestry Images is a joint project. 2008

ثمة 3 مسببات لمرض الذبول الفيوزارمي على اشجار النخيل. أهمها *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* على نخيل التمر *Phoenix dactylifera*. والثاني *F. oxysporum* f. sp. *elaeidis* على نخيل الزيت الأفريقي *Elaeis guineensis* وينتشر في غرب وسط أفريقيا. والثالث *F. oxysporum* f. sp. *canariensis* على نخيل الكناري ومسجل في فرنسا وإيطاليا واليابان وجزر الكناري وولاية كاليفورنيا الأمريكية(Garofalo & McMillan، Jr،2003).



شكل **10.92**: اعراض الإصابة بالفطر Fusarium oxysporum **f. sp.** *canariensis* على نخلة الكناري حيث يظهر ذبول الأوراق السفلية وإبيضاض وريقات جهة واحدة من الورقة العلمية(يسار) وإبيضاض وتيبس وريقات جهة واحدة من السعفة(يمين) وهي أعراض مشابهة لأعراض مرض البيوض
عن: (**Elliott،2006**)



شكل **10.93**: اعراض الإصابة بالفطر Fusarium proliferatum على نخلة التمر مشابهة لأعراض مرض البيوض
عن: (**Abdalla** et al.،**2000**)

تطور المرض (Development of Disease)

يكوّن الفطر *Fusarium oxysporum* كونيدات صغيرة احادية الخلية وكونيدات كبيرة متعددة الخلايا قصيرة العمر تقوم بإكثار الفطر وكونيدات كلاميدية سميكة الجدران كوسيلة لمقاومة الظروف غير الملائمة حيث تتمكن من البقاء حية لسنوات. إنبات أي من هذه التراكيب التكاثرية يكوّن خيوطا فطرية تتمكن من إصابة جذور النبات. يغزو الفطر نسيج الخشب ويكون كونيداته في أوعيته حيث تنتقل الى المناطق الخرى من النبات. إن نمو الفطر وكونيداته ونواتج تحليله لجدران الخلايا تؤدي الى تضييق أو إغلاق أوعية الخشب وإحداث اعراض الذبول. تنتقل العدوى بالفطر عن طريق إحتكاك الجذور مع جذور مصابة وكذلك التربة الملوثة أو زراعة الفسائل المصابة وعن طريق أدوات التقليم وربما الثمار المصابة.

ضمن برنامج إيجاد الأصناف المقاومة من نخيل التمر لمرض البيوض في المغرب بين (El Modafar،2010) وجود 6 أصناف مقاومة لكنها ضعيفة الإنتاجية ما يستدعي برنامج تربية وتحسين مطول. وخلال دراسة آليات المقاومة في النخيل لهذا المرض ظهر أن سلوك الأصناف المقاومة والحساسة للمرض لا يرتبط بإختلاف تحفيز آليات الدفاع وإنما بكبح المثيرات لآليات المقاومة في الأصناف الحساسة.

السيطرة على المرض (Control)

لا توجد وسائل مكافحة فعالة وإنما الوقاية هي الوسيلة المتوفرة في الوقت الحاضر.

1. الحجر الزراعي لمنع دخول الفسائل والتمور من المناطق المصابة أو البلدان التي ينتشر فيها المرض.

2. إيجاد وسومات جزيئية تمكن من التشخيص السريع والدقيق للمسبب المرضي على الفسائل(Fernandez *et al.*،1998 ; Benslimane *et al.*، 1995). والبحث عن وسائل مكافحة حيوية بما فيها البحث عن اصناف مقاومة.

الذبول الفرتسليمي المتسبب عن الفطر Verticillium

Verticillium Wilt Caused by Verticillium

الذبول الفيرتيسليمي من الأمراض الخطرة الذي يؤثر في أكثر من 300 نبات عائل تعود لعوائل مختلفة بضمنها الأشجار خاصة أشجار القيقب والدردار والكتلبة والسماق والزيتون الروسي وغيرها. ونباتات المحاصيل والخضروات والأعناب والأشجار المثمرة ونباتات الزينة والأدغال. أن فطريات *Verticillium* هي من الفطريات المستوطنة في التربة في المناطق المعتدلة(Pataky،1997).

الأعراض (Symptoms)

يمكن ان تتشابه اعراض الذبول الفيرتيسليمي مع أعراض الذبول الفيوزارمي والذبول البكتيري. تتمثل الأعراض الظاهرة بالذبول والأصفرار وموت الأوراق وموت الأطراف والنبات بالكامل. وتتمثل الأعراض الداخلية بوجود تخطيط داكن اللون وانسجة منخورة (شكل10.94 و10.94 يسار). ويمكن أن تتضمن الأعراض المزمنة التقزم والأصفرار وتشوه الأوراق وبطيء النمو وكثافة بذور غير إعتيادية وموت تراجعي للأجزاء الهوائية (Ophardt،2001).

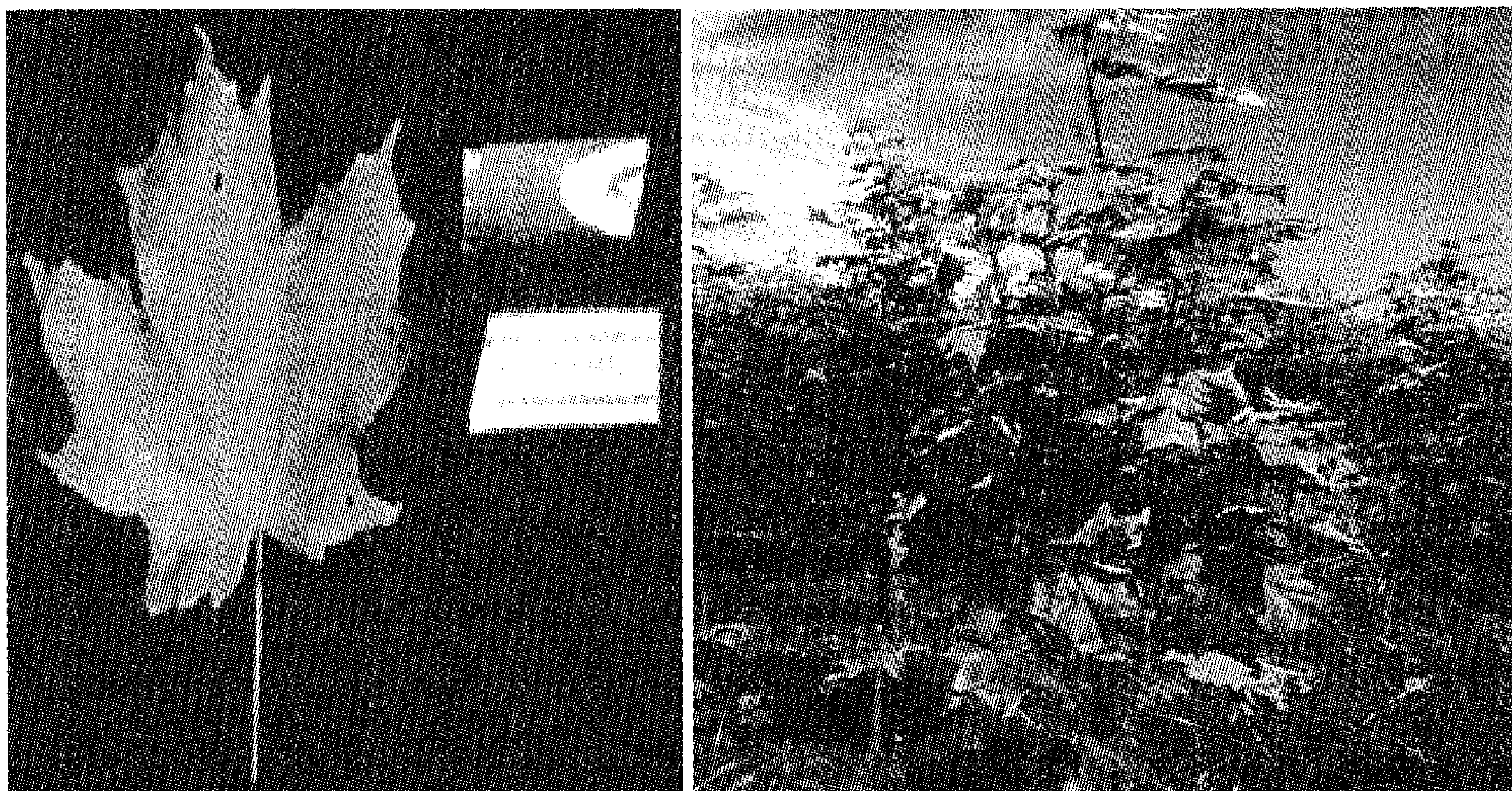
على اشجار القيقب تذبل الأوراق التي على جهة واحدة من الشجرة أو على فرع واحد وتموت فجأة. وتكون الأوراق صغيرة مصفرة وتموت وتسقط او تبقى عالقة على الغصن. بعد ذلك تذبل وتموت أطراف اخرى. كما تظهر خطوط مخضرة على الخشب العصيري ويمكن ان تموت الشجرة خلال اسابيع من الإصابة أو تبقى حية لسنوات (شكل10.95). ونتيجة للسموم التي ينتجها الفطر يموت الكامبيوم الوعائي مؤديا الى نشوء تسوس طويل يمكن ان يهاجم من ممرضات ثانوية اخرى مثل *Nectria* و *Cytospora* (Pscheidt،2005،2001).

على الطماطة نادرا ما يحصل الذبول لكن الأعراض تبدأ بظهور لطخات مصفرة على الأوراق السفلية ثم تلون العروق باللون البني وبعد ذلك ظهور بقع ميتة بنية داكنة تشبه

البقع التي تسببها إصابات *Alternaria* لكنها ليست محددة ولا تظهر الحلقات المميزة لها. تذبل الأوراق وتموت وتسقط عن النبات. الثمار تكون صغيرة وتظهر إصفرارا وتكون عرضة لحرقة الشمس بسبب قلة الأوراق (شكل10.95)(Sherf،1980).

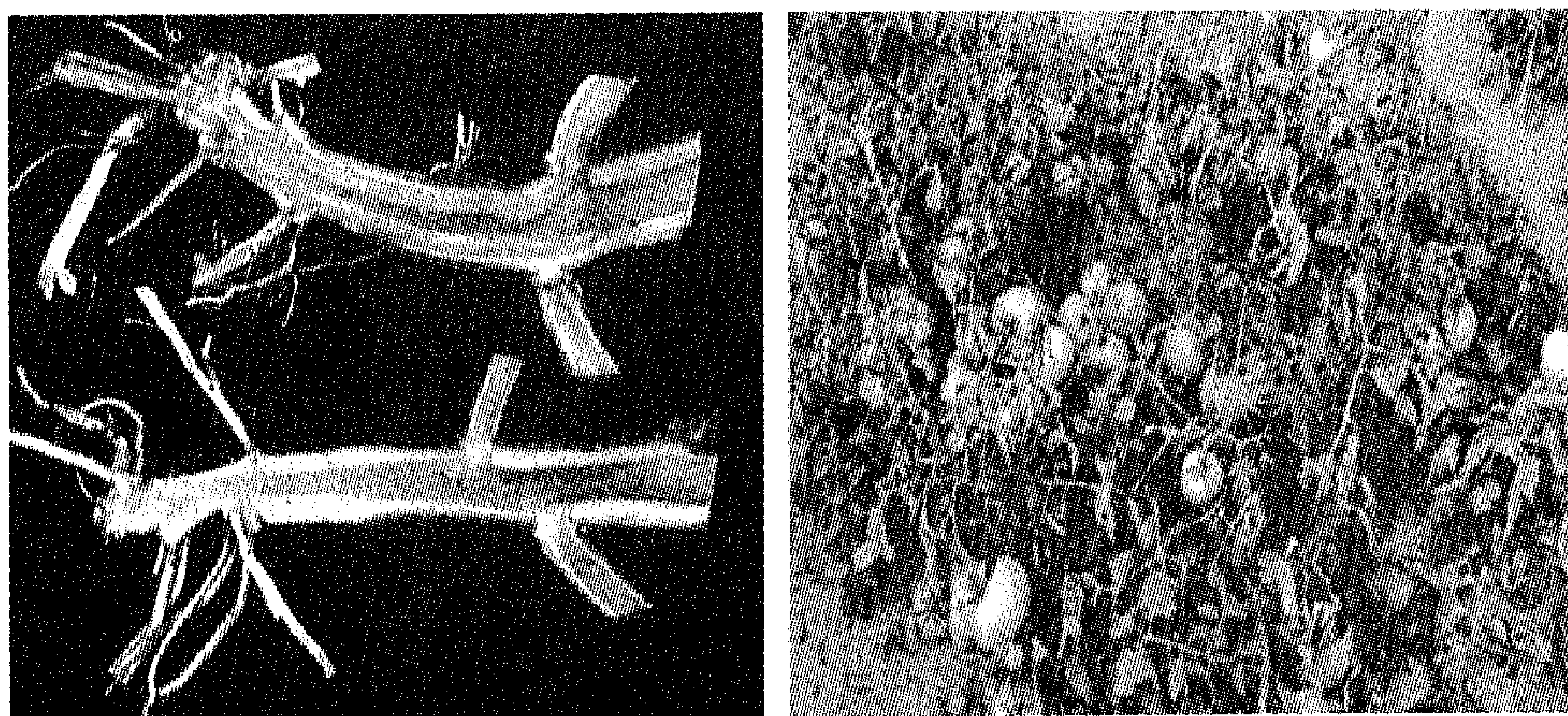
على الشليك يصعب تفريق الأعراض عن تلك المتسببة عن فطريات التربة الأخرى، مما يجعل عزل الفطر وتشخيصه هو الدليل على الإصابة. تذبل الأوراق الخارجية وتتدلى ثم تجف ويصبح لونها أحمر مصفر أو بني داكن في الحواف وبين العروق. يتكون القليل من الأوراق وتكون صغيرة وربما تذبل وتتجعد على طول العرق الوسطي. النباتات الشديدة الإصابة تكون متقزمة ومسطحة وذات اوراق صغيرة مصفرة. ويمكن ان تظهر خطوط بنية الى زرقاء مسودة على المدادات وأعناق الأوراق (شكل10.96). الجذور الحديثة التي تنمو من التاج تكون متقزمة وذات نهايات سوداء. وفي حالة الإصابة الشديدة يموت عدد كبير من النباتات(Ellis،1998؛ Pscheidt،2005).

يتسبب المرض على الجت من قبل الفطر. *Verticillium albo-atrum* تظهر الأعراض خصوصا قبل اسبوعين من الحش بشكل إصفرار للوريقات الحديثة في قمة النباتات المتاثرة. الأصفرار يكون بشكل حرف V حيث يكون الإصفرار او التلون في نهاية الوريقة. العرض الأبرز هو تغير لون الأوراق الى اللون الأبيض الدباغي الى الوردي بينما يبقى الساق أخضر وقائم (شكل10.97)(Thomson & Ockey،1998).



شكل 10.94: أعراض الإصابة على أشجار القيقب السكري(يمين) وتلون أنسجة الخشب واعراض الأوراق(يسار)

عن: (Pscheidt،2005) و(Stipes & Hansen،2000))

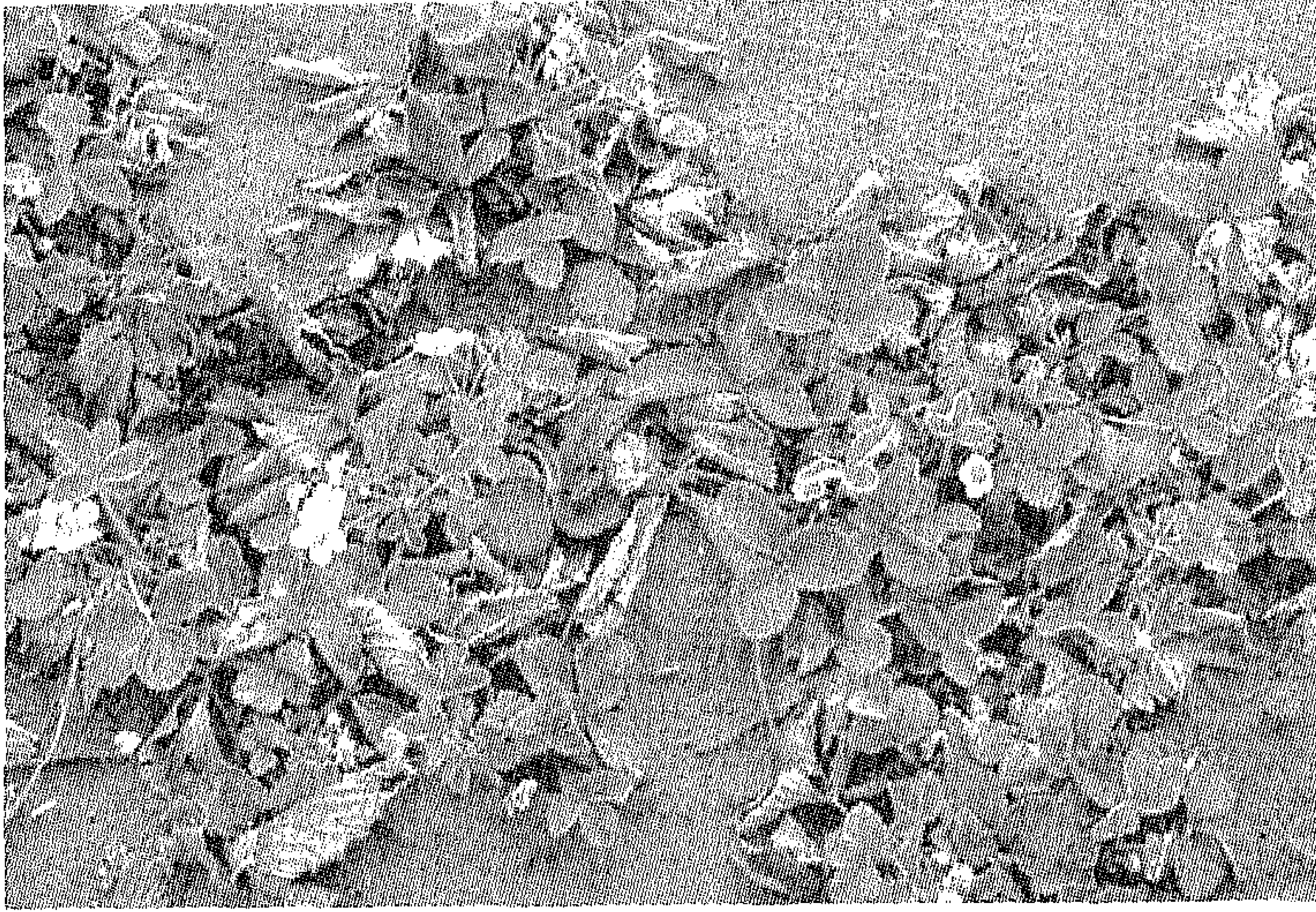


شكل 10.95: نباتات طماطة مصابة بالفطر Verticillium(يمين) ومقطع طولي في ساق بطاطا مصاب بالفطر Verticillium يبين تلون انسجة الخشب (فوق) والنسيج السليم (تحت)(يسار)

عن: (Arden Sherf) و

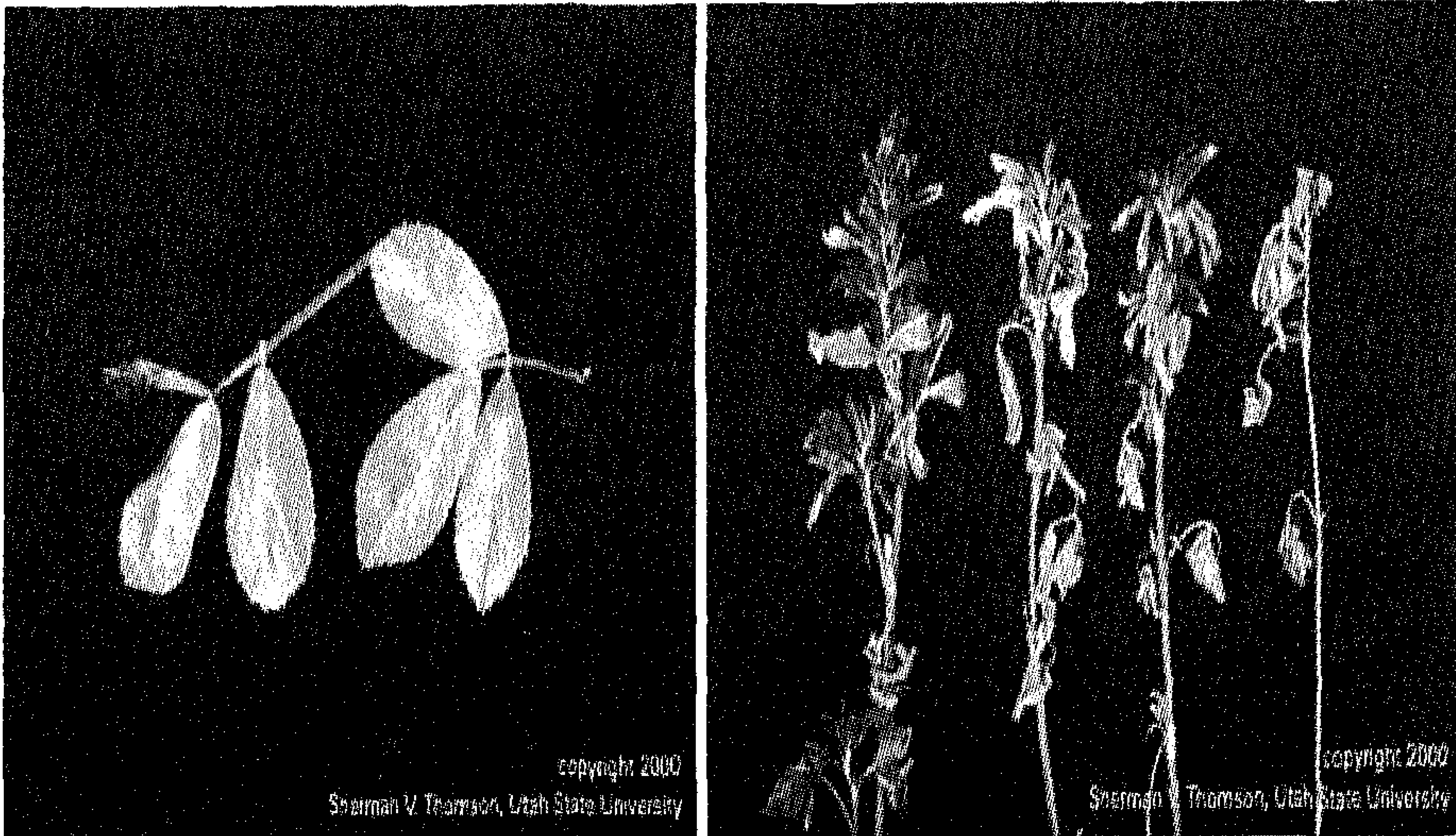
http://www.scisoc.org/offline/LessonImageReview/verticillium/imagereview.htm

Courtesy M. Powelson



شكل 10.96: أعراض الإصابة على نباتات الشليك

عن: (Photo by Jay W. Pscheidt، 1992)



شكل 10.97: أعراض الإصابة بالفطر Verticillium albo-atrum على نباتات الجت

تظهر شدة إصابة مختلفة(يمين)وتكون التلون بشكل حرف V(يسار)

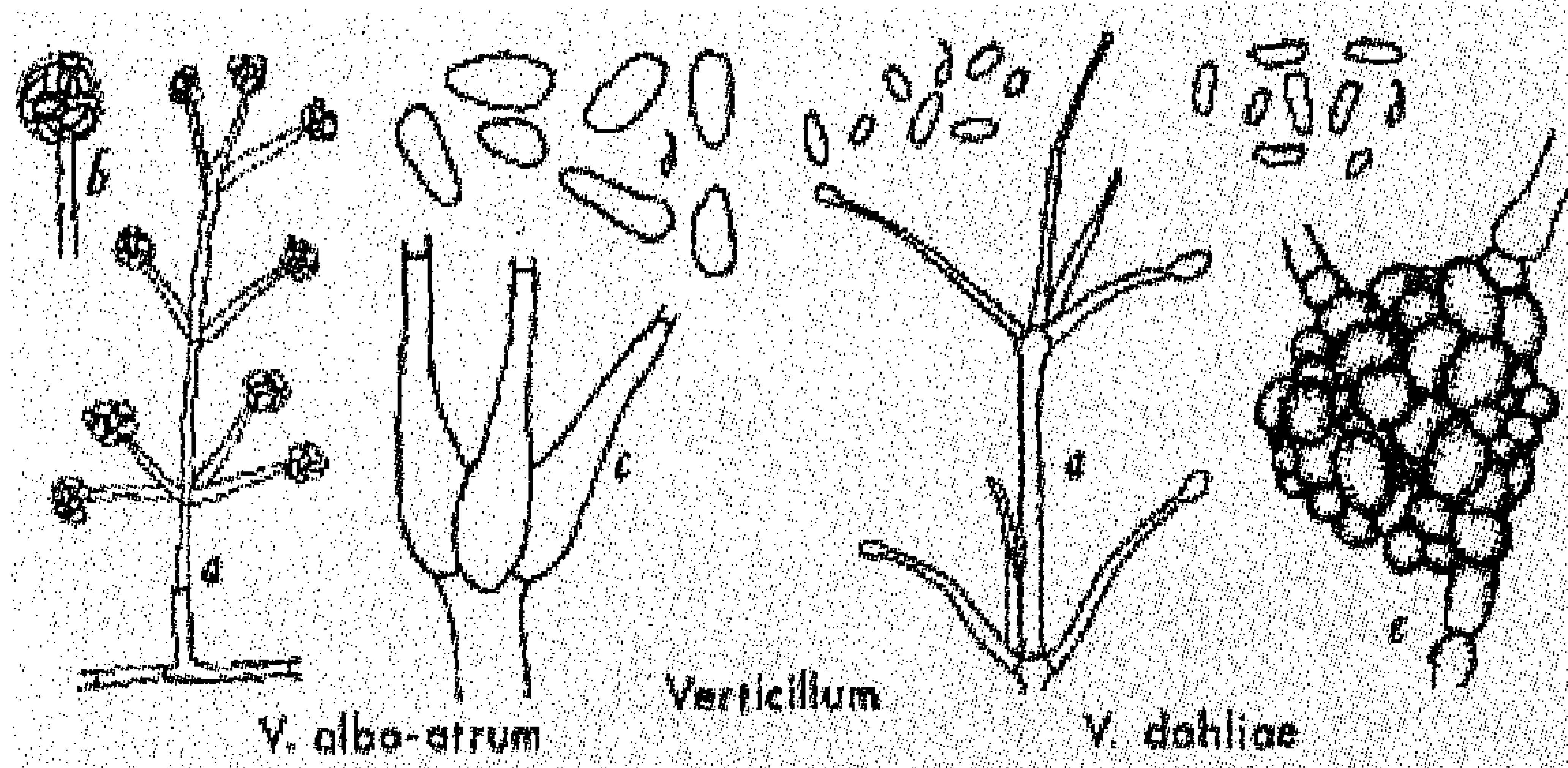
عن: (Thomson & Ockey، 1998)

الفطر الممرض (Pathogen)

الفطريات المسببة للذبول الفيرتيسيليمي هي *Verticillium dahlia* و*V. albo-atrum* (الأشكال 10.98 و10.99 و10.100).

تكوّن فطريات *Verticillium* خيوط فطرية مقسمة وحوامل كونيدات شفافة، بسيطة أو متفرعة في تجمعات محيطية. تحمل الحوامل الكونيدية فاليدات طويلة مدببة النهاية والتي تحمل الكونيدات المتجمعة بهيئة قطرة.

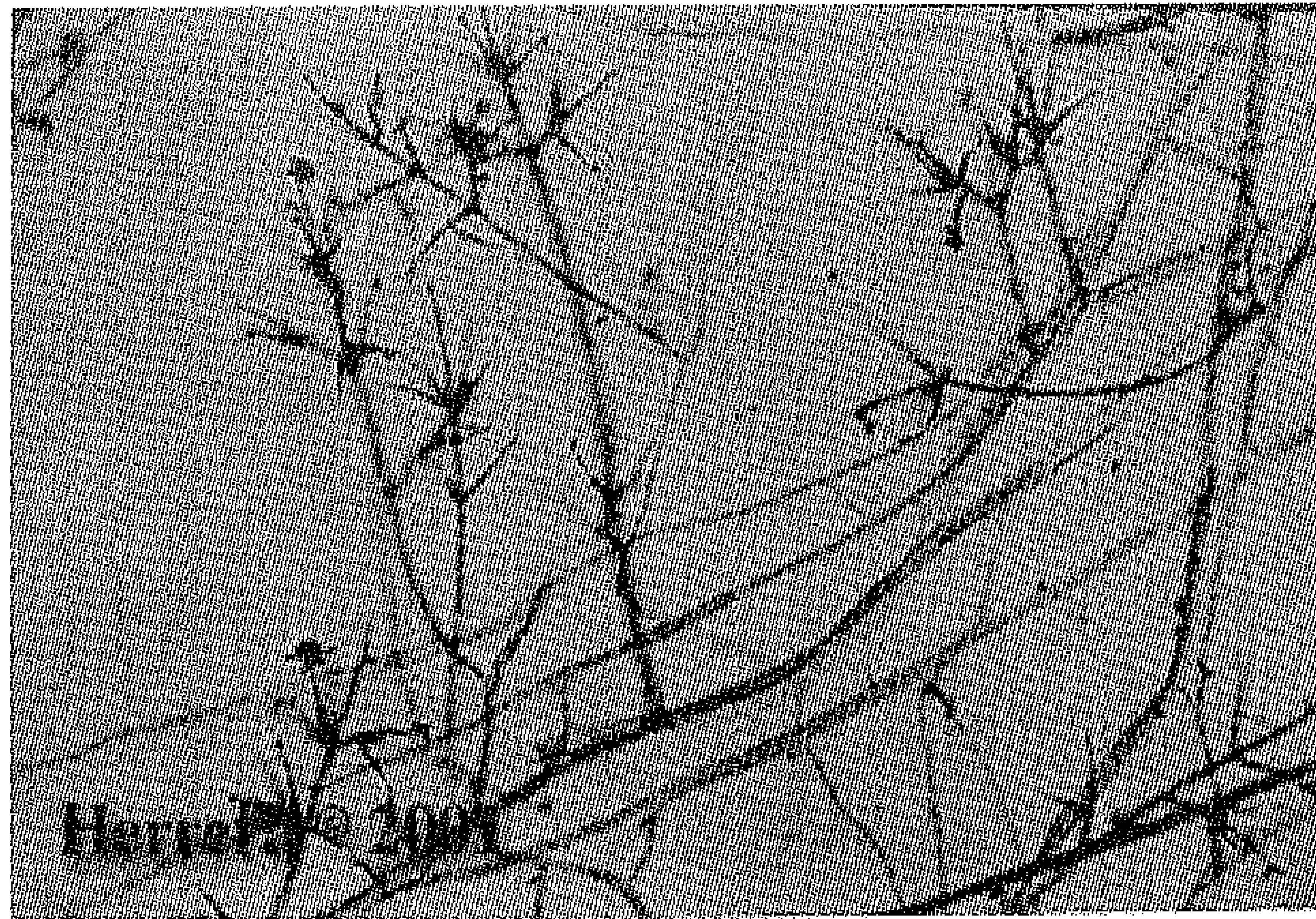
يكوّن الفطران *Verticillium dahlia* و*V. albo-atrum* كونيدات أحادية الخلية، شفافة، قصيرة العمر. يكوّن الفطر *V. dahlia* أجسام حجرية صغيرة، بينما الفطر *V. albo-atrum* لا يكون أجسام حجرية لكنه يكون غزلا فطريا داكن سميك الجدران، ينمو في درجة حرارة مثلى 20 – 25 مْ بينما درجة الحرارة المثلى للفطر *V. dahlia* هي 25 – 28 مْ حيث يزدهر في الأجواء الأكثر دفئا مقارنة بالنوع الأخر. تظهر العزلات المختلفة ضمن كلا النوعين إختلافات في الضراوة وبعض الصفات الأخرى، كما أنها ذات مدى عوائلي واسع على الرغم من وجود بعض التخصص لبعض السلالات(Pataky،1997). في دراسة لخصوصية المدى العوائلي للفطرين *Verticillium dahlia* و*V. albo-atrum* تبين ان بعض عزلات الفطر *V. dahlia* أظهرت خصوصية عوائلية وأمراضية تفريقية على العوائل الأخرى وإن التكبير العشوائي للـ DNA المتعددة المظهر (RAPD) أظهر وجود إختلافات وراثية قليلة بين عزلات *V. dahlia* بغض النظر عن الخصوصية العوائلية، ولم يكن ثمة إرتباط بين الأمراضية والمجاميع التوافقية الخضرية (VCGs) والتركيب الوراثي (RAPD) حيث أن المجاميع التوافقية الخضرية المختلفة أظهرت (RAPD) متماثل(Bhat & Subbarao،1999).



شكل 10.98: رسم تخطيطي للحوامل الكونيدية للفطر V. dahlia و-V. albo-atrum(a)

الرؤوس الكونيدية (b) تفرعات الحوامل الكونيدية مقربة (c) والكونيدات (d) وألجسم الحجري الناضج (e)

عن: (Pataky،1997)



شكل 10.99: صورة للخيوط الفطرية والحوامل الكونيدية والكونيدات للفطر Verticillium sp.

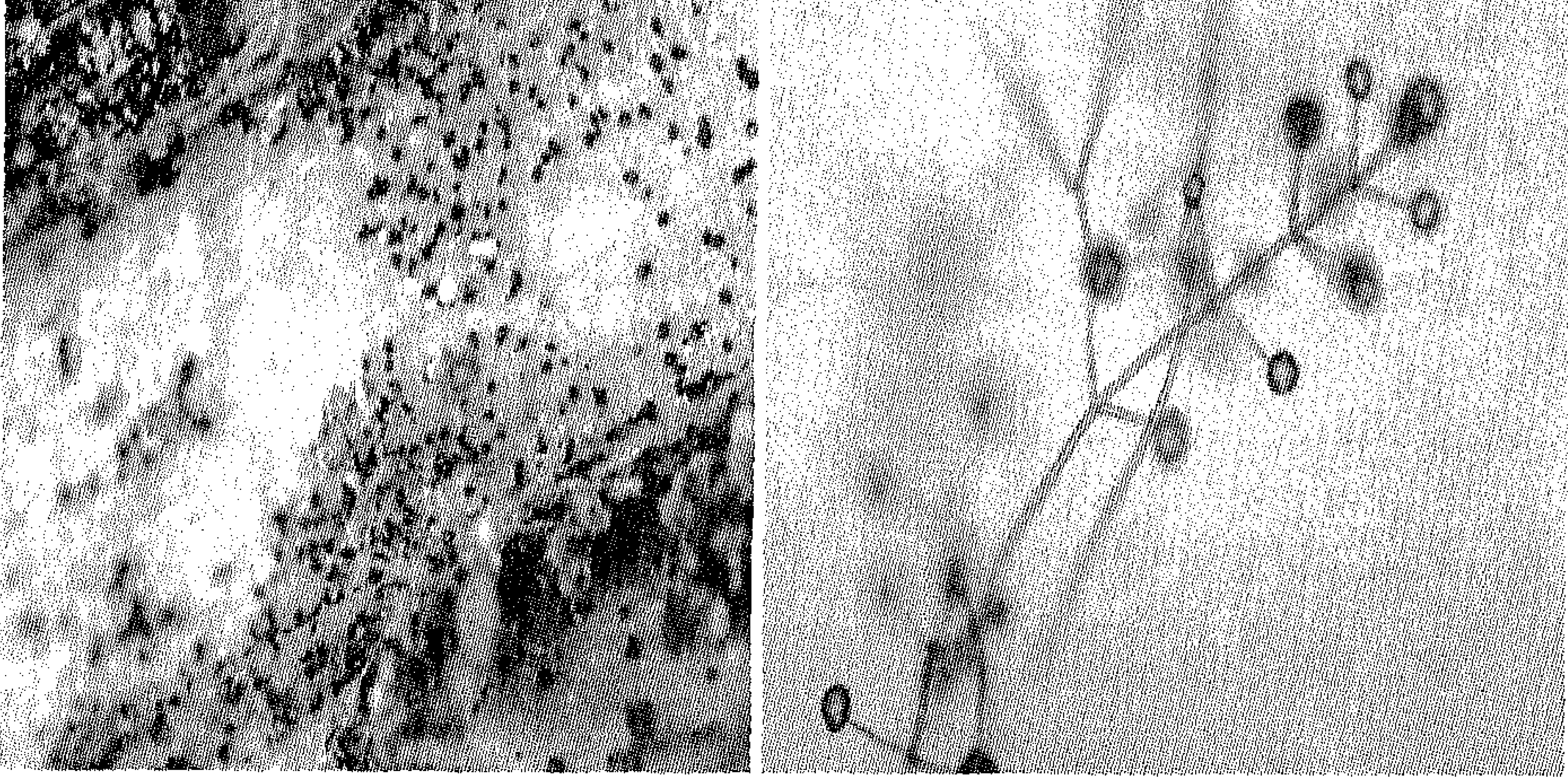
عن:

http://rds.yahoo.com/S=96062883/K=verticillium/v=2/SID=e/I=IVR/SIG=137s5v57h/EXP=1141042280/*-http%3A//www2.truman.edu/~jherrera/Anamorphic-fungi/Verticillium/Verticillium-sp.html

تطور المرض (Development of Disease)

يكوّن الفطر *V. dahlia* أجسام حجرية صغيرة سوداء يمكن ان تبقى حية في التربة لمدة تصل الى 15 عاما، وعند تتوفر الظروف الملائمة تنبت لتكون خيوط فطرية تصيب جذور النباتات الحساسة (شكل10.101). يحصل الإختراق مباشرة او من خلال الجروح، تصل الخيوط الفطرية الى أوعية الخشب حيث تنمو وتكون أبواغ تنتقل مع تيار الماء وتصيب خلايا جديدة كما ينتج الفطر سموم تسهم في إحداث الأعراض. يمكن ان يبقى الفطر بشكل غزل فطري في أنسجة النباتات العائلة وفي بقايا النبات بشكل رمي. يمكن ان ينتقل الفطر من خلال البذور حيث إن الفطر *V. dahlia* الذي يصيب الخس ينتقل خلال لبذور كما انه يصيب بعض نباتات الأدغال والتي يمكن أن ينتقل منها الى نباتات الخس (Vallad *et al.*،2005). وينتقل الفطر ايضا من خلال الأقلام والدرنات المصابة وماء الري والتربة الملوثة.

لكمية اللقاح تاثير واضح على الحالة المرضية حيث إن نسبة إصابة نباتات القرنبيط بالفطر *V. dahlia* وشدتها تناسبت طرديا مع كمية لقاح الفطر(Xiao & Subbarao،1998). ومع أن الترب الزراعية يمكن ان تحتوي على 100 جسم حجري للفطر او اكثر فإن 6 الى 50 جسم حجري تكفي لإحداث الإصابة على نباتات الخضروات بنسبة تصل الى 100 ٪(Pataky،1997).

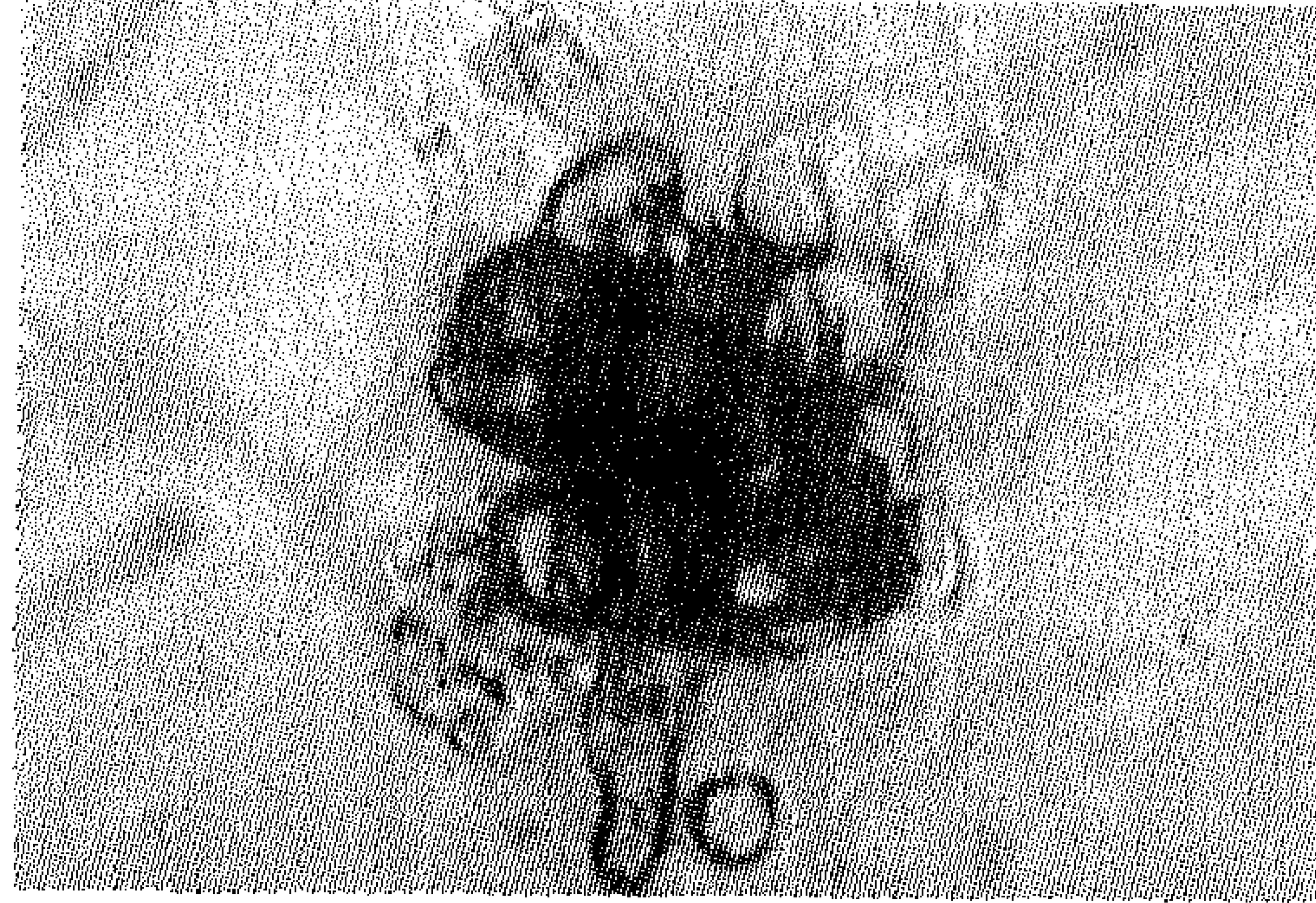


شكل 10.100: الحامل الكونيدي وتجمعات كونيدات الفطر V. dahlia(يمين) والأجسام الحجرية على ساق البطاطا (يسار)

عن:

http: / /www.scisoc.org /offline /LessonImageReview /verticillium / imagereview.htm

Courtesy M. Powelson



شكل 10.101: صورة جسم حجري ناضج مع أنبوب إنبات (أسفل)

عن:

http: / /www.scisoc.org /offline /LessonImageReview /verticillium / imagereview.htm

Courtesy F. Crowe

السيطرة على المرض (Control)

1. تعقيم تربة المشاتل اوالأصص بالبخار بدرجة حرارة 80 مْ لمدة 30 دقيقة أو 71 مْ لمدة 60 دقيقة. كما ان إستخدام الطاقة الشمسية لتعقيم التربة يمكن ان يعطي نتائج جيدة.

2. إستخدام البذور والشتلات الخالية من الإصابة.

3. إستخدام الدورة الزراعية بزراعة النباتات غير العائلة لمدة 5 سنوات او أكثر للتخلص من لقاح الفطر.

4. السيطرة على الأدغال لحرمان الفطر من العوائل الثانوية(Pataky،1997).

5. زراعة الأصناف المقاومة حيث يعتبر إستخدام الأصناف المقاومة هي الطريقة الأفضل والأكثر إقتصادا وأمانا للبيئة لمكافحة أمراض *Verticillium* (Powelson & Rowe،1993؛Rowe *et al.*،1987).

6. المكافحة الحيوية حيث أظهر الفطر *Pythium oligandrum* قدرة تطفلية على الفطر *Verticillium dahlia* ومنعه من تكوين الأجسام الحجرية على الوسط الزرعي وخفض من الخسائر المتسبة عن الإصابة جزئيا من خلال زيادة مقاومة العائل (Al-Rawahi & Hancock،1998).

الذبول الأوفيوستومي (Ophiostoma (Ceratocystis

Ophiostoma (Ceratocystis) **Wilt**

ذبول اشجار الدردار الهولندي

Dutch Elm Disease

ترجع تسمية المرض الى كونه أكتشف للمرة الأولى في هولندا سنة 1921 وأنتشر بعدها الى عموم أوربا وامريكا الشمالية وأجزاء من آسيا. يصيب المرض أشجار الدردار المختلفة لكن أكثر الأنواع حساسية للإصابة هو الدردار الأمريكي (*Ulmus americana*). قتل المرض اكثر من 40 مليون شجرة في الولايات المتحدة ولازال يمثل اخطر الأمراض التي تهدد أشجار الظل(D'Arcy،2000).

الأعراض (Symptoms)

تظهر الأعراض بشكل ذبول للأوراق على أفرع مفردة من الشجرة أو الشجرة باكملها وعند ذلك تموت الشجرة في غضون اسابيع (شكل10.102و 10.103). الأوراق الذابلة تصفر ثم يصبح لونها بنيا، تتجعد وتسقط ويموت الغصن الخالي من الأوراق. ينتشر المرض في عموم الأجزاء الهوائية للشجرة حيث تموت خلال سنة أو عدة سنوات. عموما الأشجار التي تصاب في الربيع تموت سريعا لكون الأوعية طويلة تسهل إنتشار الفطر بينما تموت ببطيء تلك التي تصاب في الخريف حيث تكون الأوعية قصيرة تعرقل إنتشار الفطر. عند إزالة القلف يظهر تلون بني متقطع في نسيج الخشب الخارجي. وحيث تشابه اعراض هذا المرض مع الذبول الفيرتيسليمي فإن الزرع المختبري يمكن من التشخيص الصحيح(Haugen،1998؛ D'Arcy،2000).



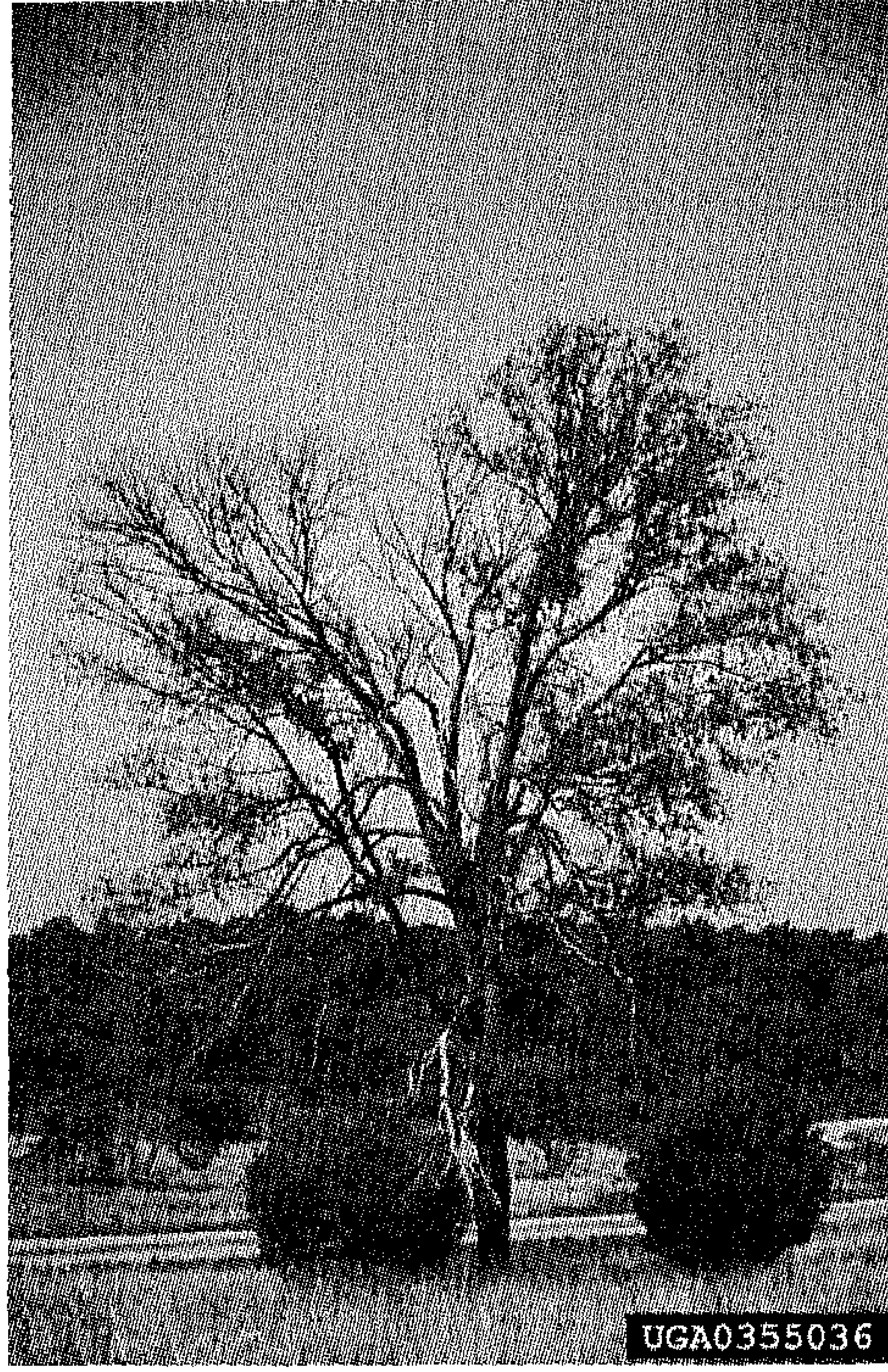
شكل 10.102: ذبول الأوراق على أفرع شجرة الدردار المجنح (Ulmus alata)
عن: (D'Arcy، 2000). Courtesy R.J. Stipes

الفطر الممرض (Pathogen): *Ophiostoma ulmi* (الشكل الكونيدي: *Graphium ulmi*)

يعيش الفطر على أشجار الدردار كطفيلي مسببا لمرض الذبول او كفطر رمي على اجزائها الميتة. الغزل الفطري أبيض كريمي اللون، مقسم. يكوّن الفطر نوعين من الكونيدات: حيث يكوّن كونيدات صغيرة، بيضوية، بيضاء اللون تتكون في مجاميع على خيوط قصيرة داخل أوعية الخشب في الأشجار الحية المصابة. يشجع تكوين الكونيدات في درجات حرارة 20 مْ. تتكاثر هذه الكونيدات بالتبرعم وهي تنتقل بواسطة تيار الماء الصاعد. تنبت الكونيدات لتكون غزلا فطريا ينشر الإصابة في الشجرة. الكونيدات من النوع الثاني تتكون في الأشجار الميتة بواسطة الغزل الفطري النامي في القلف وفي الأنفاق التي تحدثها الخنافس تحت القلف. هذه الكونيدات تكون لزجة تتكون على ضفيرة فطرية طولها 1 – 2 ملم. تنتقل هذه الكونيدات بواسطة الخنافس الى أشجار دردار جديدة.

Ophiostoma ulmi (سابقا *Ceratocystis ulmi*) هو الطور الجنسي للفطر حيث يكوّن أجسام ثمرية عند تلاقي طرازين جنسيين متوافقين. الجسم الثمري عبارة عن ثمرة كيسية دورقية سوداء ذات عنق طويل يكوّن بداخلها اكياس تحتوي أبواغ كيسية تتحرر داخل الجسم الثمري وتخرج عن طريق الفتحة الفمية في نهاية العنق بشكل قطرات

لزجة. يحفز تكوين الأجسام الثمرية في درجات حرارة 8 – 10 مْ. هذه الظاهرة موجودة في أوربا حيث تتوفر الطرز التزاوجية المتوافقة بينما تكون نادرة في امريكا حيث من النادر توفر الطرز التزاوجية المتوافقة في المنطقة نفسها. أن السلالات الأكثر عدوانية من الفطر والتي أصبحت مسؤولة عن التفشيات الواسعة للمرض وضعت في نوع جديد سمي *O. novo-ulmi* (D'Arcy،2000).

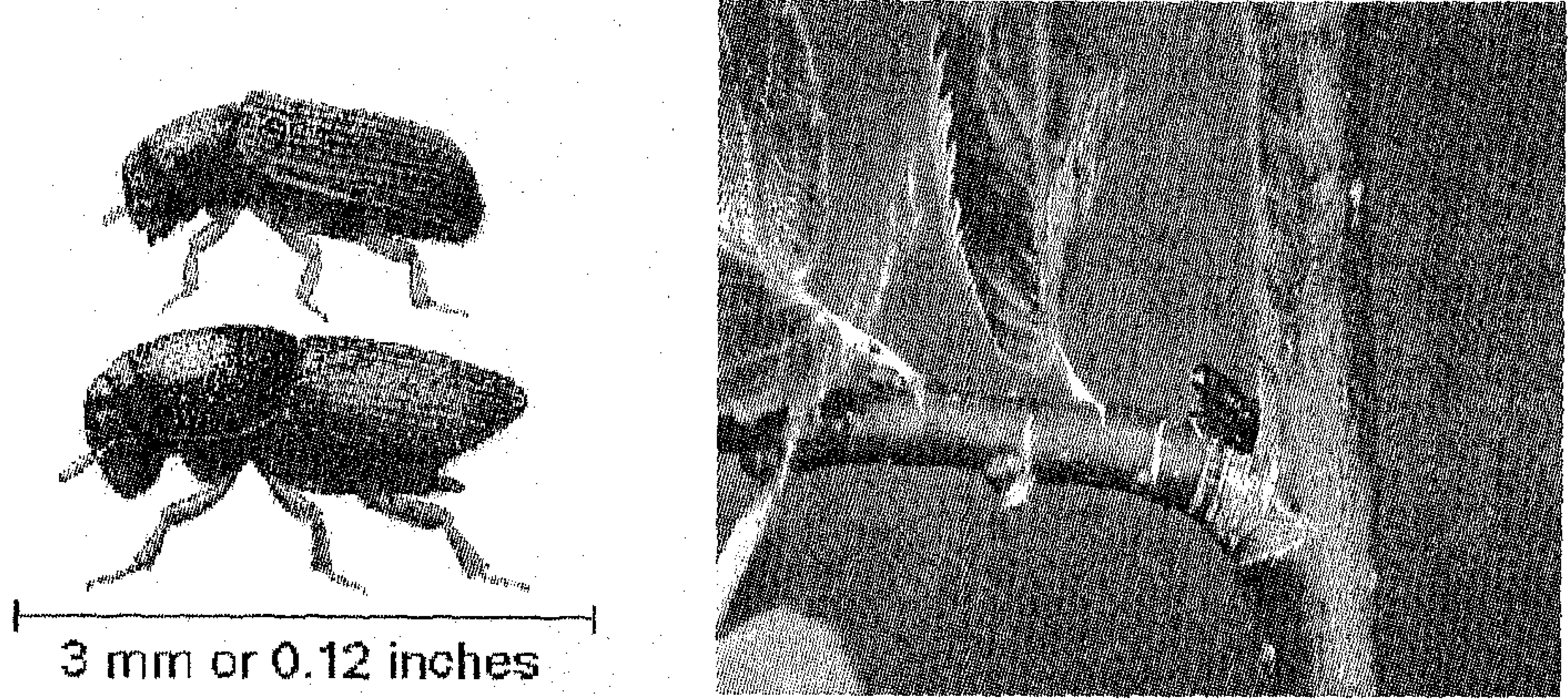


شكل 10.103: أعراض الإصابة المتقدمة على الدردار الأمريكي

عن:

http: / /www.forestpests.org /subject.html?SUB=643

Robert L. Anderson، USDA Forest Service

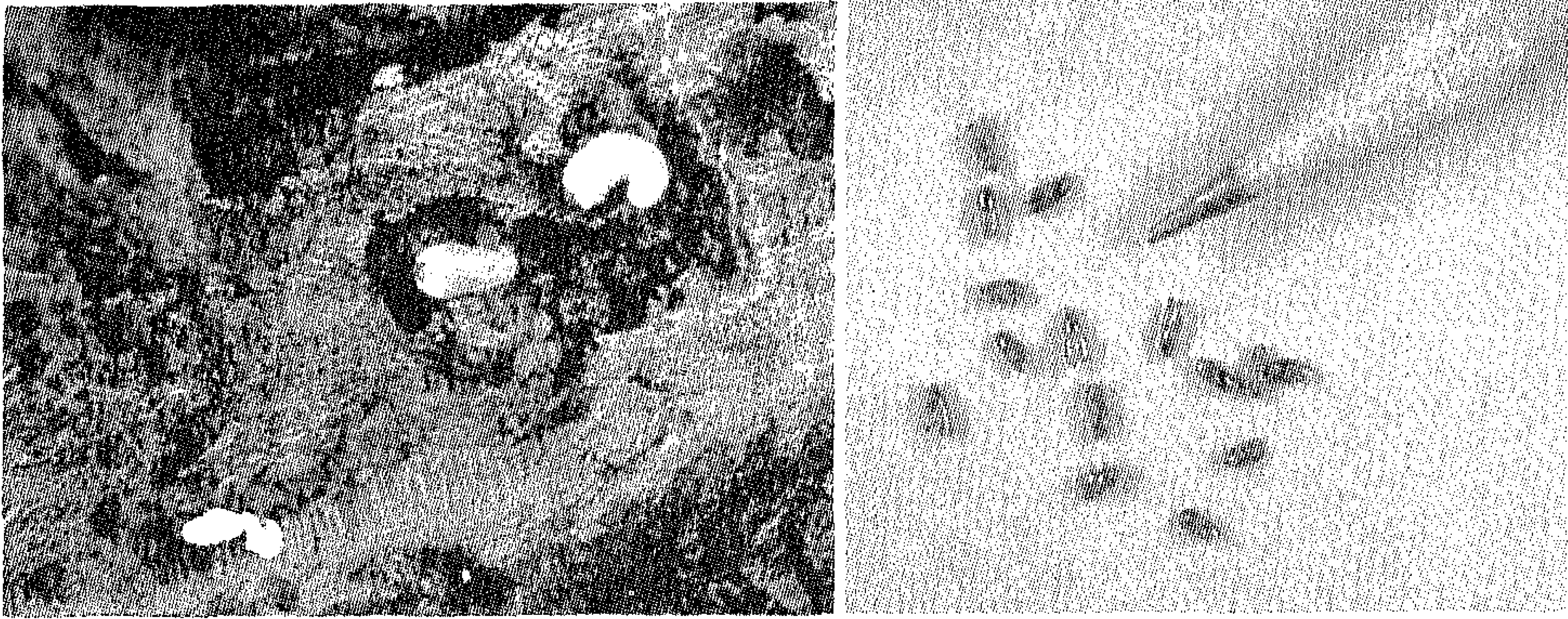


شكل 10.104: خنفسة القلف تتغذى على القلف في نقطة إتصال الفرع(يمين) وخنفسة القلف Hylurgopinus rufipes الأمريكية (فوق)والأوربية Scolytus multistriatus (تحت)(يسار)
عن: (D'Arcy،2000)

تطور المرض (Development of Disease)

يشتي الفطر بشكل غزل فطري وكونيدات على القلف والخشب الخارجي لأشجار الدردار الميتة وقطع خشب الدردار. ينتشر الفطر بواسطة عامل نقله الحيوي خنافس قلف الدردار الأوربية *Scolytus multistriatus* وكذلك خنافس قلف الدردار الأمركية *Hylurgopinus rufipes* (شكل10.104 يسار). تحفر إناث هذه الخنافس في قلف الأشجار أو قطع خشب الدردار الميتة وخلال تغذيها تحدث أنفاقا حيث تضع بيضها خلفها. عند فقس البيض، تقوم اليرقات بالتغذي وتعمل أنفاقا عمودية على الأنفاق التي أحدثتها أمهاتها. تتحول اليرقات الى خادرات ومن ثم تخرج من الأنفاق كبالغات (شكل10.105 و10.106)، فإن كان الفطر موجودا فإن أجسامها ستحمل الكثير من كونيدات الفطر اللزجة. تقوم هذه الحشرات بالتغذي على أشجار دردار جديدة في مناطق إتصال الفروع بالجذع الرئيسي حيث تودع الكونيدات في الجروح التي تحدثها (شكل10.106 يمين)، تنبت الكونيدات وتكوّن غزلا فطريا يصل الى أنسجة الخشب. يكوّن الغزل الفطري في أوعية الخشب ملايين الكونيدات الصغيرة التي تنشر الفطر في

اوعية الخشب. ينتج الفطر سموم تحث خلايا الخشب البرنكيمية المجاورة للأوعية على تكوين تايلوزات وهي بروزات بروتوبلازمية تتجه الى فراغ الوعاء (شكل10.107).



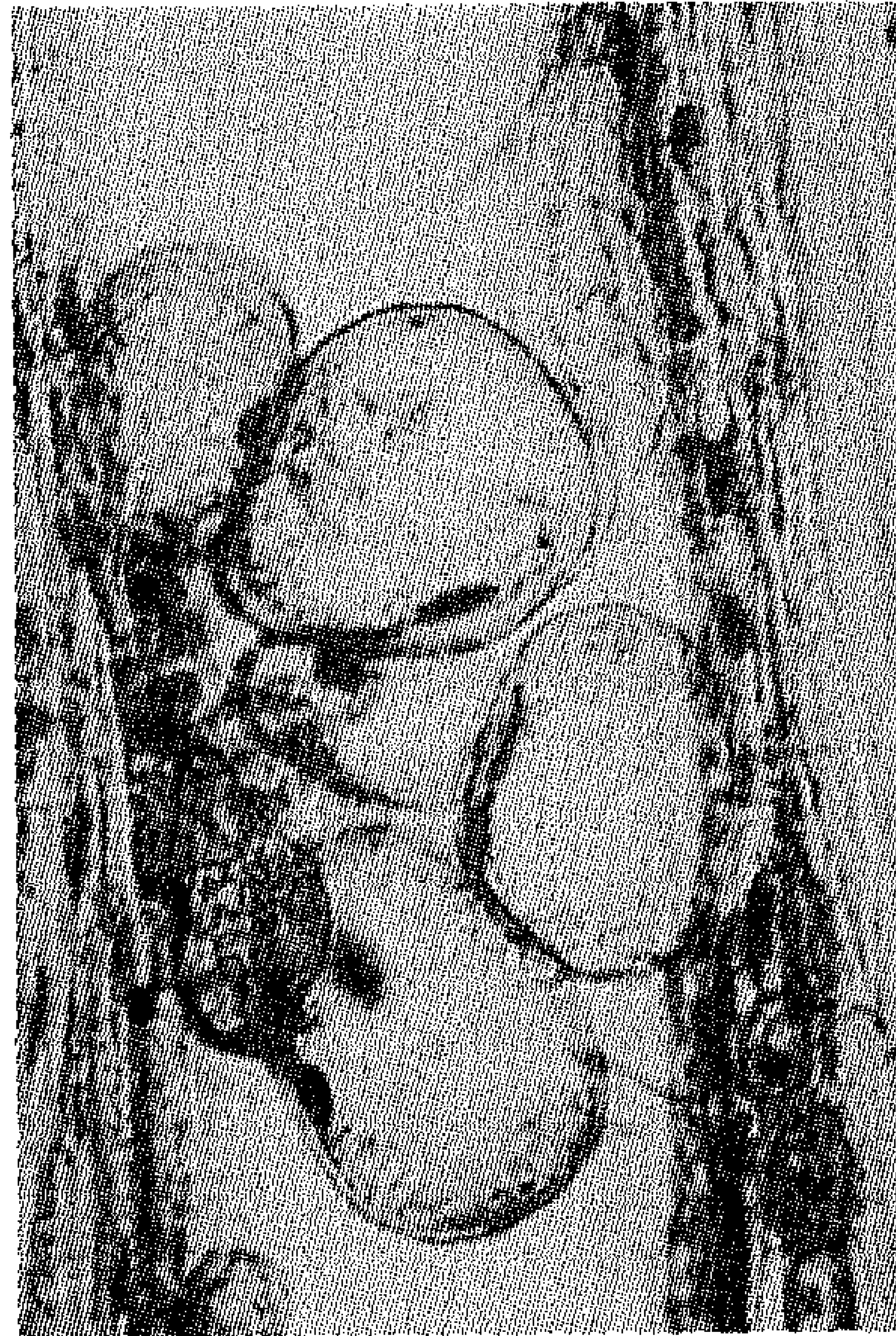
شكل **10.105**: خنافس قلف الدردار الأوربي (يمين) ويرقانها في انفاق القلف (يسار)
عن: (**D'Arcy،2000**)



شكل **10.106**: أنفاق الخنافس الأوربية (وسط) والأمريكية (يمين) وثقوب خروج البالغات (يسار)
عن: (**D'Arcy،2000**)

إن وجود عدد كبير من التايلوزات إضافة الى الغزل الفطري وكونيدات الفطر والمواد الصمغية يؤدي الى غلق أو تضييق فراغ الأوعية الخشبية التي هي النسيج الناقل للماء. إن هذا سيؤدي الى عدم كفاية الماء المنقول الى الأوراق وبالتالي تنشأ اعراض الذبول. كما ينتج الفطر إنزيمات محللة للخشب مما يؤدي الى تلون نسيج الخشبالذي يقع تحت القلف. وبعد التغذي لعدة ايام على الأشجار الحية تعود الحشرات الى اشجار او ألواح الخشب الميتة لتعمل انفاق جديدة(D'Arcy،2000).

يمكن أن ينتقل المرض عن طريق التطعيم الجذري الذي يحصل بصورة طبيعية بين جذور الشجرة المصابة والسليمة المتجاورة من نفس النوع او الأنواع القريبة. ينتقل المسبب الى جذور الشجرة السليمة حيث يصيبها ويصعد مع النسغ الصاعد في الخشب. وفي هذه الحالة تظهر الأعراض على الأجزاء السفلية من الشجرة في البداية لينتشر منها الى عموم الشجرة بسرعة(Haugen،1998).



شكل 10.107: التايلوزات تشغل مركز فراغ الوعاء الخشبي

عن: (D'Arcy،2000)

ثمة عدد من العوامل تتحكم في نجاح الإصابة المنقولة بواسطة الخنافس منها كمية اللقاح المنقولة، ومنطقة إدخال اللقاح وضراوة الممرض وحيوية الشجرة ودرجة مقاومتها وملائمة الظروف البيئية(Haugen & Stennes،1999). يبدو ان حساسية أشجار الدردار تزداد مع تقدم عمر الشجرة حيث كانت نسبة إصابتها حوالي 8 ٪ بعمر سنتين أرتفعت الى 38 ٪ بعمر 3 سنوات والى 50 ٪ بعمر 4 سنوات فما فوق(Solla *et al.*،2005). في الشكل 10.108 مخططا لدورة المرض.

شكل 10.108: دورة المرض للفطر Ophiostoma ulmi على أشجار الدردار

عن: (**D'Arcy،2000**) رسم **Vickie Brewster**

السيطرة على المرض (Control)

1. الأجراءات الصحية: يتم إزالة الأشجار المصابة وتقليم الأفرع الميتة أو الضعيفة والتخلص من قطع الخشب التي يمكن ان تؤوي الحشرات. كذلك إزالة القلف من الأشجار المصابة وحرقها او إستخدامها قبل خروج الحشرات.

2. المكافحة الكيميائية للحشرات: يتم ذلك أثناء فترة السكون في الخريف وايضا في الربيع لكن هذه الطريقة لوحدها تكون محدودة النتائج.

3. قطع وإزالة التطعيم الجذري: من المعروف ان التطعيم الجذري يحصل بين الأشجار القريبة من بعضها بمسافة 25 الى 50 قدم. يمكن قطع هذه المناطق وإستخدام المبيدات القاتلة للجذور.

4. حقن المبيدات الفطرية في جذع الأشجار: أن هذه الطريقة مكلفة لذلك تستخدم مع الأشجار الكبيرة ذات الأهمية وتجرى مرة كل 3 مواسم.

5. زراعة الأنواع المقاومة أو المتحملة: تختلف حساسية أنواع الدردار حيث ان الدردار الأمريكي (*Ulmus americana*) هو الأكثر حساسية وأنواع الدردار المجنح (*U. alata*) ودردار سبتمبر (*U. serotina*) والدردار الزلق (*U. rubra*) والدردار الصخري (*U. thomasii*) ودردار الأرز (*U. crassifolia*) تتراوح بين الحساسة الى المقاومة. كما توجد أنواع أوربية وآسيوية اقل حساسية للمرض(Haugen،1998). مع ذلك

فإن الأصناف الأسيوية مثل السيبيرية والصينية تكون ذات مواصفات زراعية منخفضة، لذلك يمكن اللجوء الى برامج التربية والتحسين للحصول على الأصناف المطلوبة.

6. المكافحة الحيوية يمكن ان تكون طريقة مفيدة حيث توجد بكتريا من نوع *Pseudomonas* وبعض سلالات الفطر *Ophiostoma* و*Verticillium* غير العدوانية المضادة للممرض(Agrios،1997).

أمراض تعفن الساق والجذر المتسببة

عن الفطريات الكيسية والناقصة

Stem and Root Rots Caused

by Ascomycota **and** Deuteromycota

تتسبب هذه الأمراض عن عدد من الفطريات المستوطنة في التربة من الفطريات الكيسية والناقصة مثل *Gibberella* و*Gaeumannomyces* و*Cochliobolus* التي تصيب محاصيل الحبوب والحشائش و*Sclerotinia* و*Diplodia* التي تصيب محاصيل الحبوب والحشائش وكذلك الخضروات والمحاصيل الحقلية و*Fusarium solani* و *Leptosphaera* و*Phymatotrichum* و*Thielaviopsis* التي تسبب تعفن الجذر والساق على الخضروات والمحاصيل الحقلية ونباتات الزينة والأشجار(Agrios،1997).

أمراض Gibberella

تعفن ساق وعرانيص الذرة

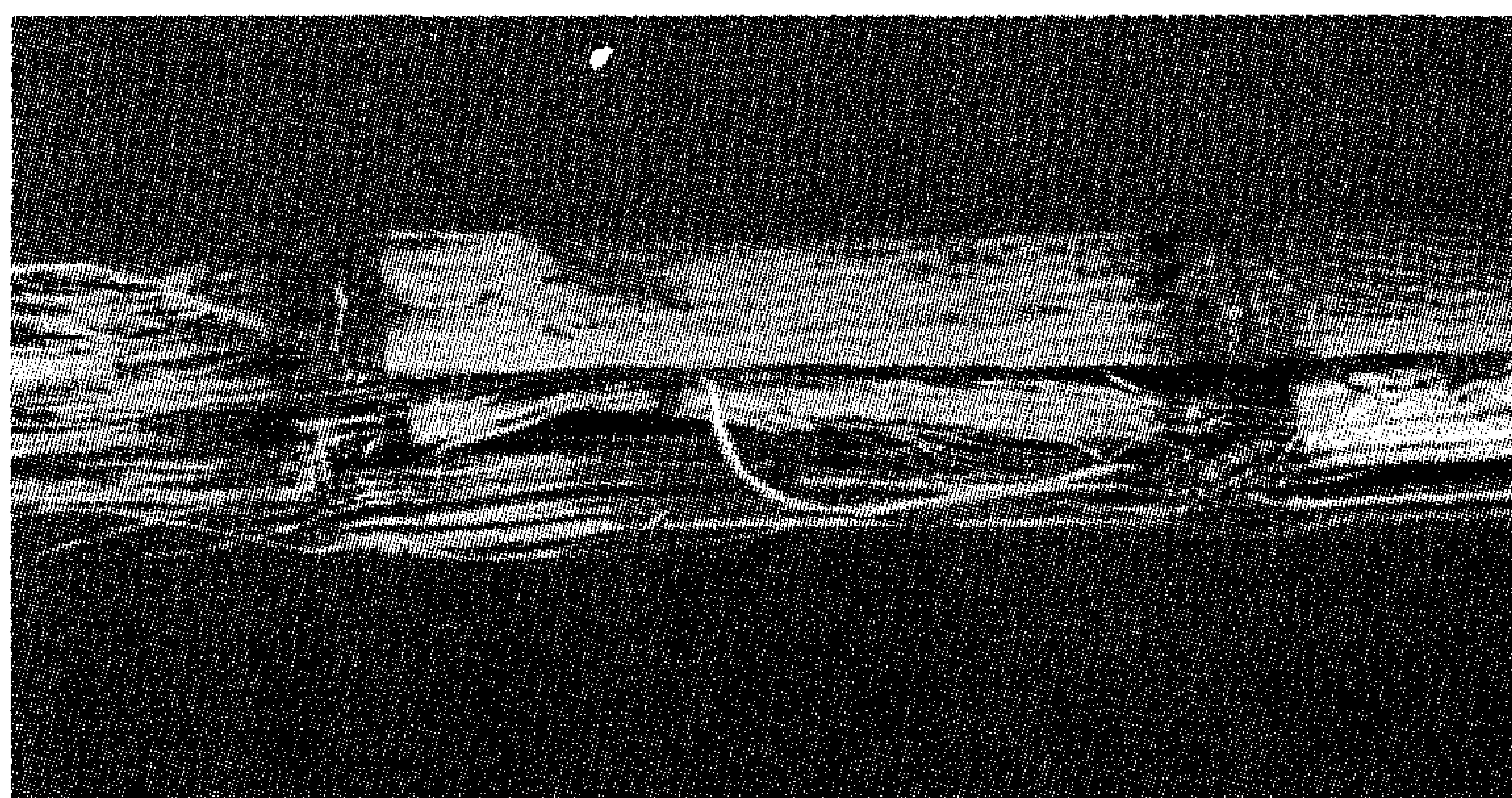
من الأمراض الشائعة على الذرة في مناطق عديدة من العالم ويتسبب بخسائر سنوية تقدر بـ 5 ٪ ويمكن ان تصل الى 10 – 20 ٪. تحدث الخسائر نتيجة الموت المبكر للنباتات المصابة مما ينتج مليء ضعيف للعرنوص وتكسر الساق وإضطجاع النباتات.

الفطر الممرض (Pathogen): يتسبب المرض اساسا عن الفطر *Gibberella zeae* وكذلك عن فطريات الأنثراكنوز *Colletotrichum graminicola* وتعفن الساق الفيوزارمي *Gibberella moniliforme* وتعفن الساق الدبلودي *Diplodia maydis*. كما يتسبب المرض عن فطريات اخرى مثل *Pythium aphanidermatum* و*Nigrospora oryzae* و*Physoderma zeae*. ويتسبب المرض عن الإصابة بالبكتريا *Erwinia chrysanthemi* pathovar *zeae*.

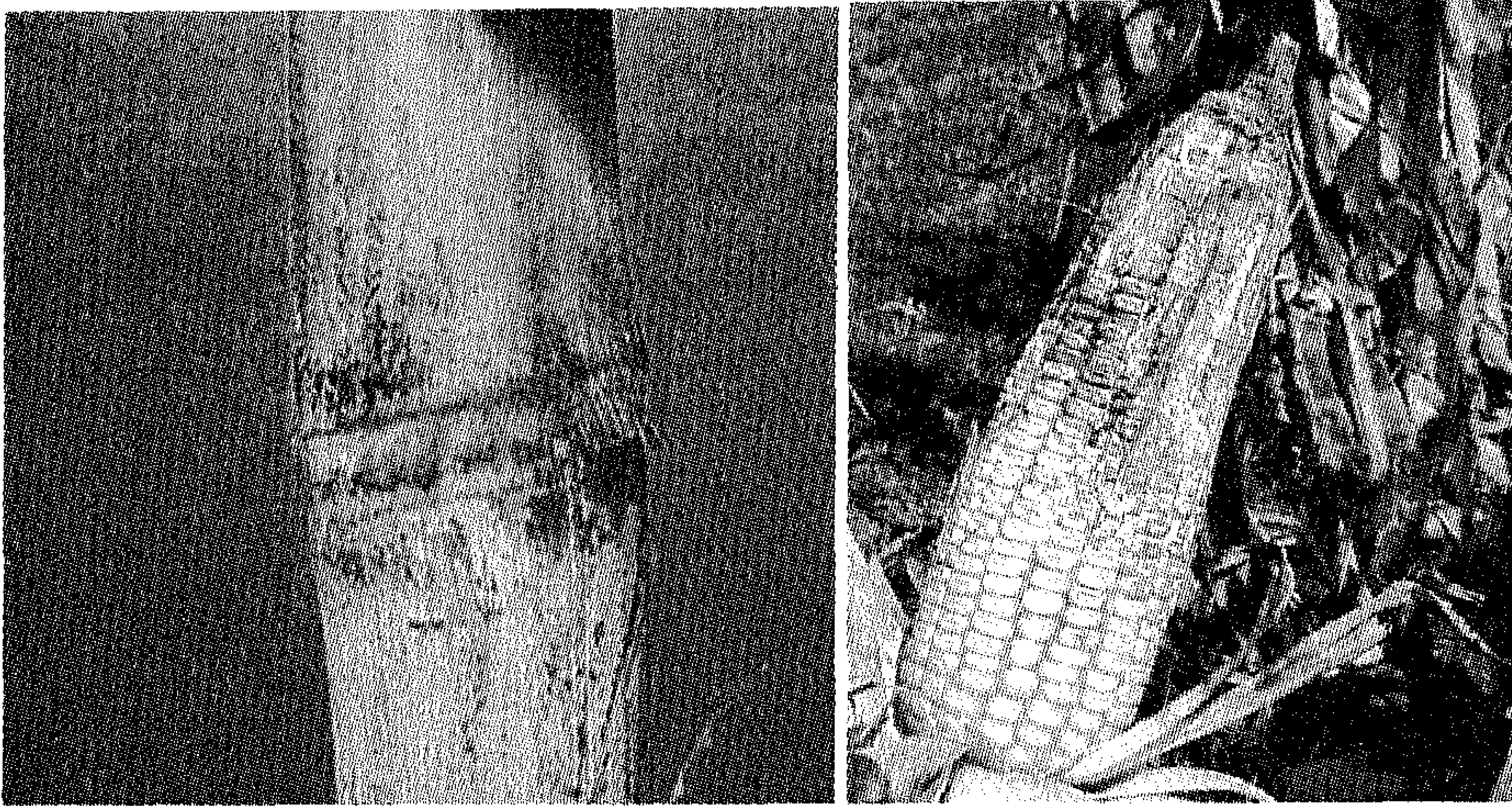
الأعراض (Symptoms)

تظهر الأعراض بعد بضعة اسابيع من تكوين الشرابات والتلقيح. يصبح لون الأوراق رمادي مخضر ومشابه لأضرار الإنجهاد أو الجفاف، ثم يتحول لونها الى بني بعد ذلك يموت النبات في غضون 7 الى 10 أيام. يتغير لون العقد السفلية الى الدباغي، التبني أو البني الداكن وتكون إسفنجية سهلة التكسر ثم يتحلل اللب وتبقى الحزم الوعائية فقط.

يحدث الفطر *Gibberella* تلونا مميزا للب والحزم الوعائية حيث تكون وردية الى حمراء. ويؤثر التعفن في الجذور والتاج والعقد السفلية من الساق. إن تحلل وتمزق أنسجة اللب تبدأ في العقد بعد تكوين الشرابات وتشتد الأعراض بعد نضوج النبات. على الساق المصاب، تتكون الأجسام الثمرية للفطر في الخريف أو الربيع التالي وهي أجسام ثمرية دورقية صغيرة كروية، سوداء مزرقة (شكل10.109)(1991 ،Hagan *et al.*،1995؛ Anonymous).على عرانيص الذرة يظهر عفن وردي الى احمر يبدا عادة على قمته او من جروح الحشرات وينمو نحو اسفل العرنوص (شكل10.110). تصبح العرانيص إسفنجية القوام وتلتصق القشرة على الحبوب. ويمكن ان تظهر الأجسام الثمرية الكيسية الدورقية السوداء اللون على القشرة(Reid & Zhu،2005).



شكل 10.109: تحلل اللب وتلون الحزم الوعائية لساق الذرة المصاب بالفطر
Gibberella zeae عن: (**Lipps** et al.)
D:\plant diseases\GIBBERELLA\Gibberella ear rot.htm



شكل 10.110: تعفن عرنوص الذرة المتسبب عن الفطر Gibberella zeae (يمين) وأعراض تعفن الساق عند العقد، لاحظ وجود الأجسام الثمرية الدورقية السوداء للفطر

عن: (**Lipps** et al.)

D:\plant diseases\GIBBERELLA\Gibberella ear rot.htm

الفطر الممرض (Pathogen) : *Gibberella zeae* و*G. moniliforme* يسببان أمراض تعفن الساق وعرانيص الذرة وكذلك أمراض لفحة البادرات وتعفن جذور الذرة. إضافة الى ذلك يسبب الفطر *Gibberella zeae* لفحة السنابل الفيوزارمية في القمح ولفحة البادرات وتعفن الساق في السرجوم وتعفن الساق والنورة الزهرية في الرز(Zeller *et al.*،2003).

يتمكن الفطران *Gibberella zeae* و*G. moniliforme* من التكاثر اللاجنسي بتكوين كونيدات من نوع *Fusarium* وكذلك التكاثر الجنسي بتكوين الأجسام الثمرية الكيسية الدورقية التي تحتوي على أبواغ كيسية لكن الفطر *G. moniliforme* نادرا ما يكون ثمار كيسية(Agrios،1997). أن الفطر *Gibberella zeae* متماثل الثالوس ويكوّن الأجسام الثمرية الجنسية تحت ظروف المختبر أو الحقل(Bai & Shaner،1994؛ Bowden & Leslie،1999).

تطور المرض (Development of Disease)

يشتي الفطران المسببان *Gibberella zeae* و*G. moniliforme* على سيقان وجذور الذرة المتبقية في الحقل بهيئة غزل فطري او ثمار كيسية دورقية او أبواغ كلاميدية. أن البقايا النباتية خاصة متبقيات محاصيل الحبوب تكون مصدرا للقاح الفطر من الأبواغ الكيسية والكونيدات. تزيد الأمطار والأجواء الرطبة من وجود الأبواغ الكيسية للفطر في الهواء(Markell & Francl،2003). تحصل الإصابة من الجذور الى السيقان بعد أن تفقد النباتات مقاومتها للإصابة عند بلوغها مرحلة تكوين الشرابات. يمكن ان تحصل الإصابة على العقد فوق سطح التربة، من خلف أغماد الأوراق أو من خلال الجروح التي تحدثها حفارات ساق الذرة أو أضرار حبات البرد أو الأضرار الميكانيكية. تسهم الإصابة الجهازية من خلال إصابة البذور بالفطر *F. moniliforme* او الساق في إصابة الحبوب لكن إصابة الشرابات هو الطريق الأكثر اهمية في إصابتها(Munkvold *et al.*،1997).

من العوامل المساعدة على الإصابة ضعف النبات بسبب إصابات بلفحة الأوراق والحشرات المتغذية على الساق وكذلك الظروف البيئية المتطرفة وعدم توازن التسميد الكيميائي وزيادة كثافة النباتات(Lipps *et al*.).

السيطرة على المرض (Control)

1. تخفيف كثافة النباتات المزروعة.

2. إستخدام الأصناف المقاومة.

3. التسميد المتوازن بالنتروجين والبوتاسيوم.

4. مكافحة الحشرات وخصوصا الحفارات.

5. المكافحة البيولوجية إن وجدت، حيث تبذل الجهود في هذا المجال. فمن بين مئات العزلات المكروبية من متوك القمح اظهرت 7 عزلات تضادا تجاه المرض *Gibberella zeae* من بينها سلالات معينة من البكتريا *Bacillus* والخميرة *Cryptococcus*

(Khan *et al.* ،2001). أظهر الفطر *Microsphaeropsis sp*. تخفيضا مهما لتكوين الأبواغ الكيسية للفطر *Gibberella zeae* على بقايا نباتات القمح والذرة. كما ان الفطر خفض بصورة معنوية اعداد الأجسام الثمرية الكيسية المتكونة للفطر *Gibberella zeae* على بقايا النباتات المذكورة عندما أستخدم في الحقل ما بعد الحصاد او قبل الزراعة (Bujold *et al.*،2001).

مرض الكاسح المتسبب عن

Gaeumannomyces graminis

Take – all Disease Caused by

Gaeumannomyces graminis

أكتشف المرض لأول مرة في استراليا سنة 1850 وتم تشخيص المسبب سنة 1890. الإسم الأول للفطر المسبب كان *Ophiobolus graminis* ثم سمي بعد فترة طويلة بإسمه الحالي *Gaeumannomyces graminis*. يعتبر المرض من أمراض محاصيل الحبوب في المناطق المعتدلة وهو عالمي الإنتشار.

الأعراض (Symptoms)

تظهر أعراض المرض في مرحلة تكوين السنابل حيث تصفر الأوراق وربما تكون متقزمة. المرض يظهر على شكل بقع دائرية في الحقل أو قد يكون منتشرا في عموم الحقل. أما العرض المميز فهو النضوج قبل الأوان للأفرع حيث تحمل " سنابل بيضاء ". وعلى الثيل المقصوص تظهر الإصابة بشكل دوائر صغيرة الى كبيرة بقطر حوالي 1 م ذات حواف برونزية الى صفراء- برتقالية (شكل10.111 و10.112).

الجذور والمدادات المصابة تكون متعفنة بنية داكنة الى سوداء اللون. الجذور الشديدة الإصابة تكون سهلة التكسر وعند قلع النبات يبقى معظمها في التربة. من الأعراض المميزة للمرض ظهور تلون اسود براق على الساق القاعدية عند إزالة غمد الورقة. يمكن مشاهدة خيوط الفطر الداكنة السميكة أو الغزل الفطري على الجذور او المدادات عند فحصها تحت المجهر وهو من الأعراض المميزة على الجذر(Bockus & Tisserat،2005).



شكل 10.111: أعراض الحقل المصاب بالمرض الكاسح

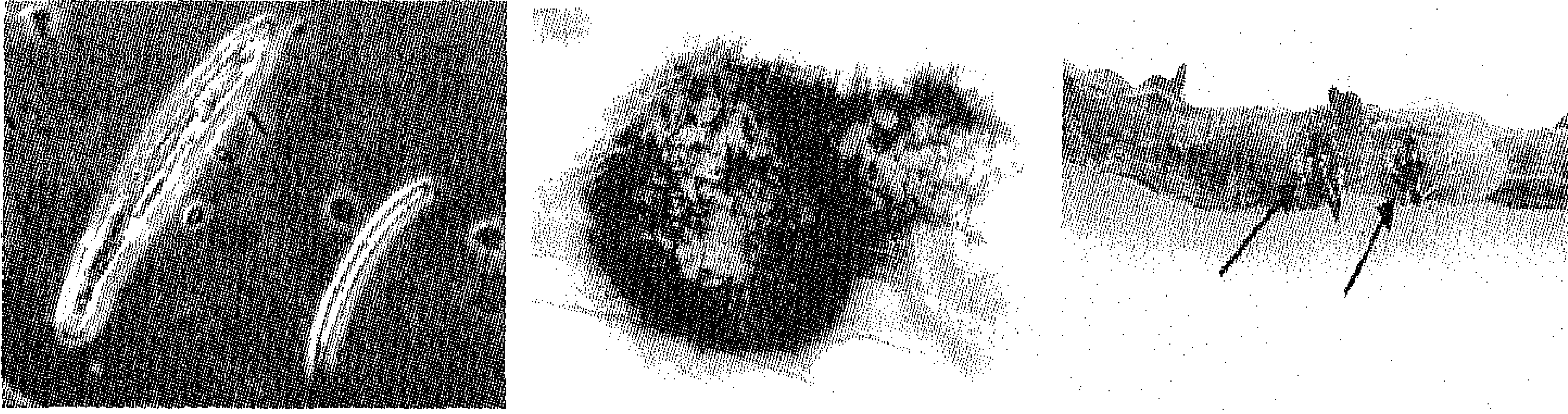
عن:

http: / /rds.yahoo.com /S=96062883 /K=ustilago /v=2 /SID=e /l=IVR /;_ylt=A9gnMiYzJhREmpoA4amjzbkF;_ylu=X3oDMTA4NDgyNWN0BHNlYwNwcm9m /SIG=11jimi79c /EXP=1142257587 /*-http%3A / /eap.mcgill.ca /CPCP_2.htm



شكل 10.112: نضج الأفرع قبل الأوان (يمين) وبقع الإصابة في الحقل تظهر نباتات القمح المتقزمة (وسط) ،الأعراض على الثيل (يسار)

عن: (Courtesy BASF) (Bockus & Tisserat،2005)و (Courtesy W.W.) (Bockus)و (Courtesy R. Kane)



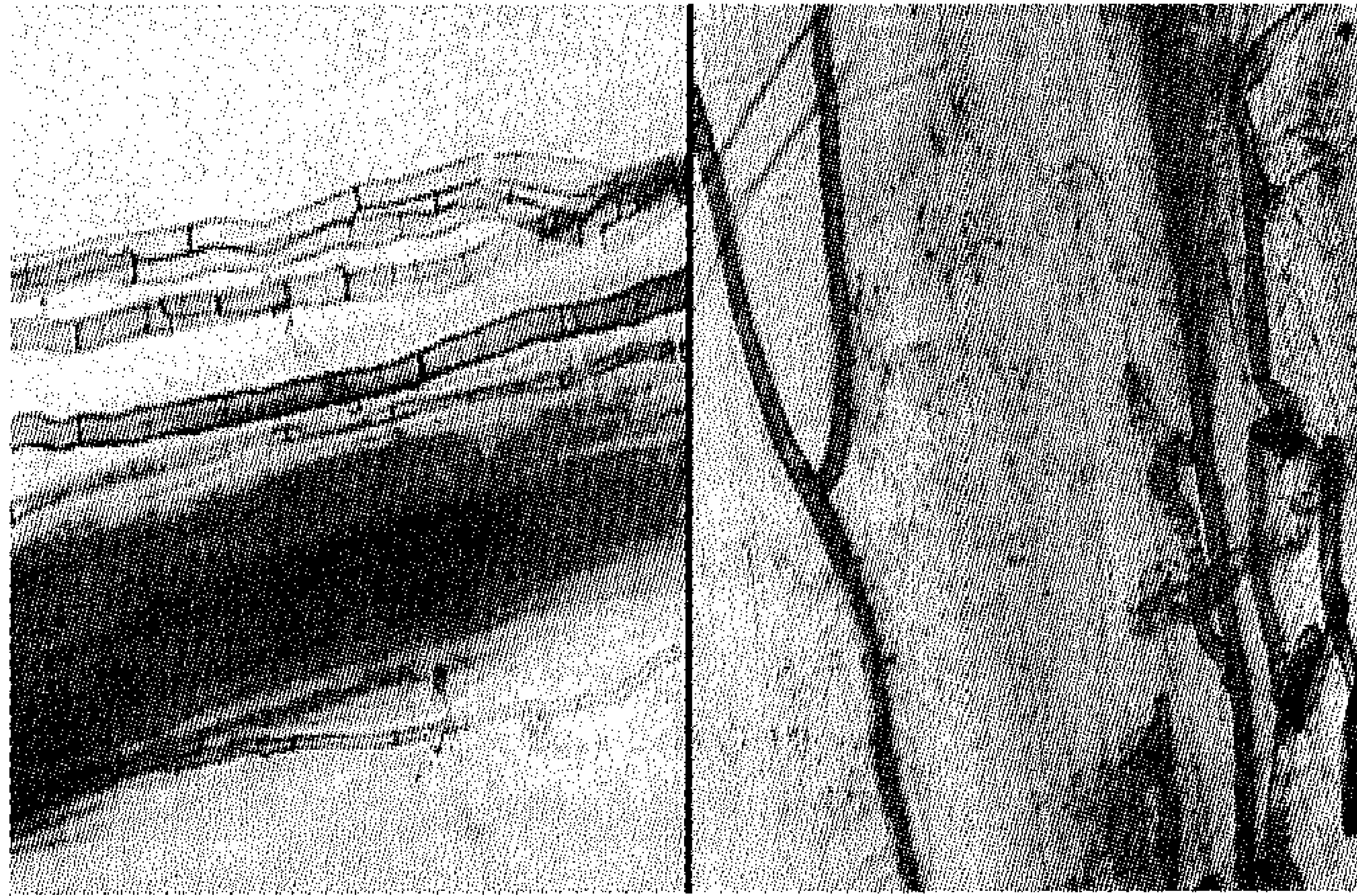
شكل 10.113: ثمار كيسية دورقية للفطر G. graminis (الأسهم يمين) ثمرة دورقية مقربة (وسط) وكيس وبوغ كيسي على يمينه (يسار)

عن: (Courtesy R. Kane)(Bockus & Tisserat،2005) و(Courtesy W.W.) (Bockus

الفطر الممرض (Pathogen): *Gaeumannomyces graminis*

يكوّن الفطر *G. graminis* ثماره الكيسية بشكل أجسام ثمرية كيسية دورقية سوداء تتكون في أغماد الأوراق القاعدية وتحتوي العديد من الأكياس التي يتكون في كل منها 8 أبواغ كيسية طويلة وهي النوع الوحيد من الأبواغ التي يكونها الفطر في الطبيعة (شكل10.113). لكن الفطر يكون كونيدات من فاليدات تتكون على نهايات خيوط فطرية في الأوساط الزرعية في المختبر. هذا الفطر من الفطريات المستوطنة في التربة، فهو يبقى بصورة رمية على المتبقيات النباتية في الحقل. مع ذلك يعتبر الفطر كائن رمي ضعيف بسبب عدم قدرته على المنافسة مع الأحياء الدقيقة للتربة. يزدهر الفطر بتوفر جذور النباتات العائلة والبقاء لفترات ليست طويلة بصورة رمية بين مواسم توفر العائل.

يوجد الفطر *G. graminis* بشكل سلالات تصيب نباتات نجيلية مختلفة، فالفطر *G. graminis* var. *tritici* يسبب تعفن جذور القمح بينما يصيب *G. graminis* var. *avenae* جذور الشوفان و*G. graminis* var. *graminis* يسبب تعفن أغماد الرز وتدهر الجذور في عدد من الأدغال(Bockus & Tisserat،2005).



شكل 10.114: الخيوط الفطرية المدادة للفطر G. graminis

عن: (Bockus & Tisserat،2005).

تطور المرض (Development of Disease)

يشتي الفطر كغزل فطري على بقايا النباتات بصورة رمية او كطفيلي على جذور النباتات العرضية او الأدغال المعمرة والحشائش بينما لا تلعب الأبواغ الكيسية دورا مهما في الإصابة. تحصل إصابة جذور النباتات الحساسة بواسطة خيوط فطرية مدادة (Runner Hyphae) سميكة تنمو على سطح الجذر وترسل بروزات تخترق خلايا الجذر في العديد من النقاط على طول الجذر (شكل10.114). تصل خيوط الفطر الى نسيج القشرة والأسطوانة الوعائية للجذر حيث تنمو الى اعلى واسفل محور الجذر مؤدية الى موته. وعند قتل الكثير من الجذور أو عندما تصل الإصابة الى منطقة التاج يموت النبات. يستمر نمو الفطر على أنسجة النبات الميتة مكملا دورة حياته (شكل10.115). في النباتات البالغة تكون الإصابة أبطا وتقتصر على انسجة الجذر.

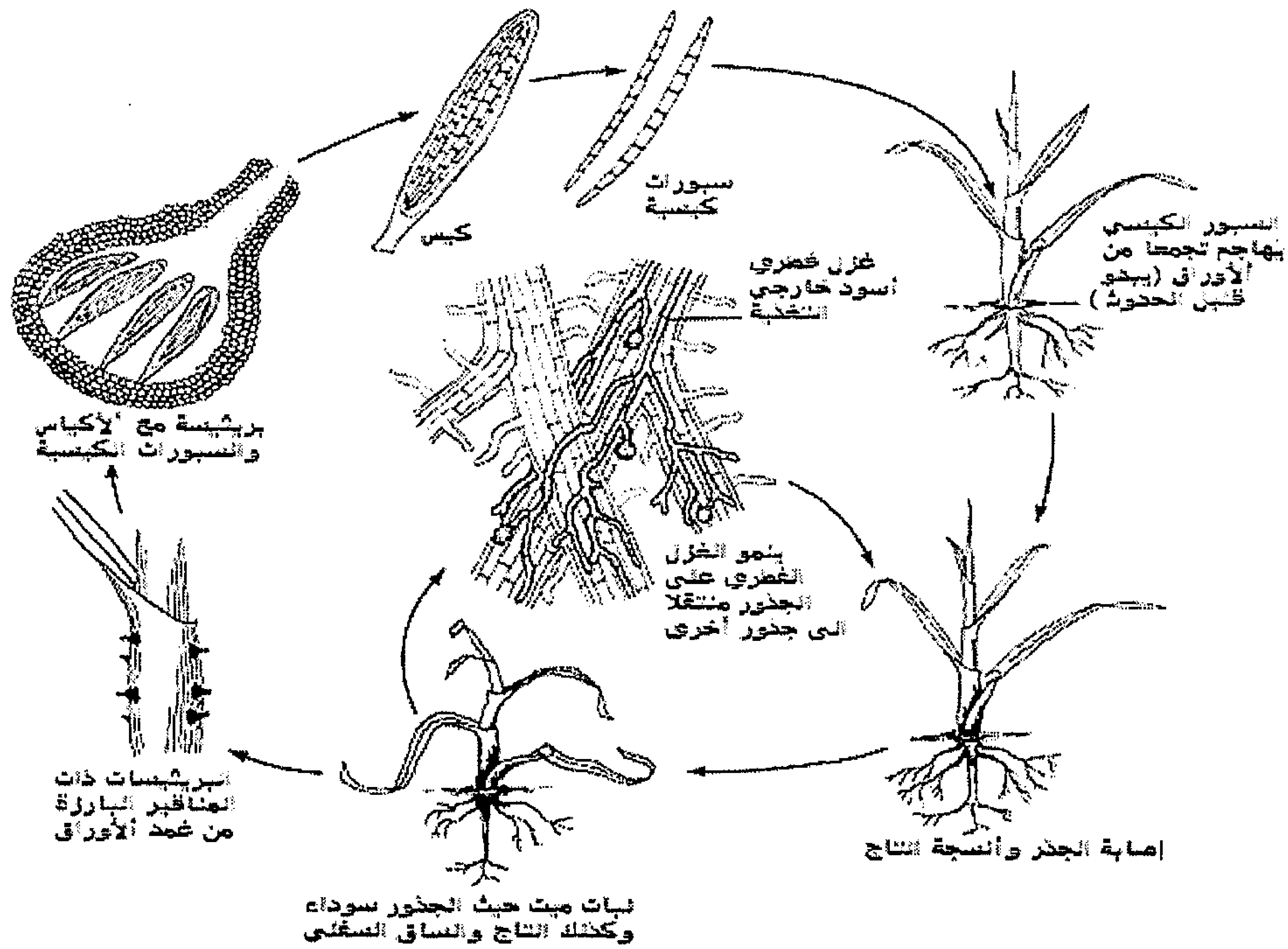
تتمثل الإصابة الأولية بالفطر *G. graminis* var. *tritici* على القمح الشتوي بإصابة الجذور الجنينية وإن معدل الإصابة هذا يهبط مع تدهور لقاح الفطر. لكن بعد الإصابة الأولية يزداد معدل الإصابة الثانوية على الجذور الجنينية والجذور العرضية بزيادة عدد وكمية الأنسجة المصابة وتوفر الأنسجة الحساسة (Bailey & Gilliganm،1999).

تشجع الإصابة في درجات حرارة 5 – 12 الى 15 – 18 مْ وتوفر الرطوبة وpH تربة بين 6 الى 8.5 (Agrios،1997 ؛Bockus & Tisserat،2005).

السيطرة على المرض (Control)

1. الطرق الزراعية: الحراثة الجيدة حيث تؤدي الى تقطيع بقايا النبات الى قطع اصغر تعرضها للتحلل بواسطة الأحياء المحللة لتحرم الفطر منها. كما تساعد على دفن كميات منها وتعرض الفطر لحرارة الشمس وقتل الأدغال.

2. الدورة الزراعية: التي تتطلب زراعة نباتات غير عائلة لتخفيض كمية اللقاح، علما ان الفطر يمكن ان يبقى في التربة لمدة 3 الى 6 سنوات.



شكل 10.115: دورة المرض الكاسح على النباتات النجيلية المتسبب عن الفطر

Gaeumannomyces graminis

عن: (**Thomas et al.،2004**)

3. تخفيض pH التربة: يتم تخفيض pH التربة لأقل من 6 لجعلها غير ملائمة لنمو الفطر.

4. تاخير موعد الزراعة في الخريف يؤدي الى إطالة فترة النمو الرمي وإضعاف لقاح الفطر.

5. إستخدام الأصناف المقاومة.

6. المكافحة الحيوية: يمكن ظهور التثبيط الطبيعي في الحقول نتيجة وجود تشكيلات من الأحياء الدقيقة المضادة. كما ان العديد من البحوث تشير الى وجود بكتريا مثبطة لنمو الفطر (Agrios،1997).

7. المكافحة الكيميائية: على محاصيل الحبوب أستخدام المبيدات الفطرية Silthiofam وFluquinconazole لمعاملة البذور وكذلك المبيدات المثبطة للسترولات DMI و Strobilurin على الثيل كل خريف لعدة سنوات.

أمراض فطريات Sclerotinia

Diseases Caused by Sclerotinia

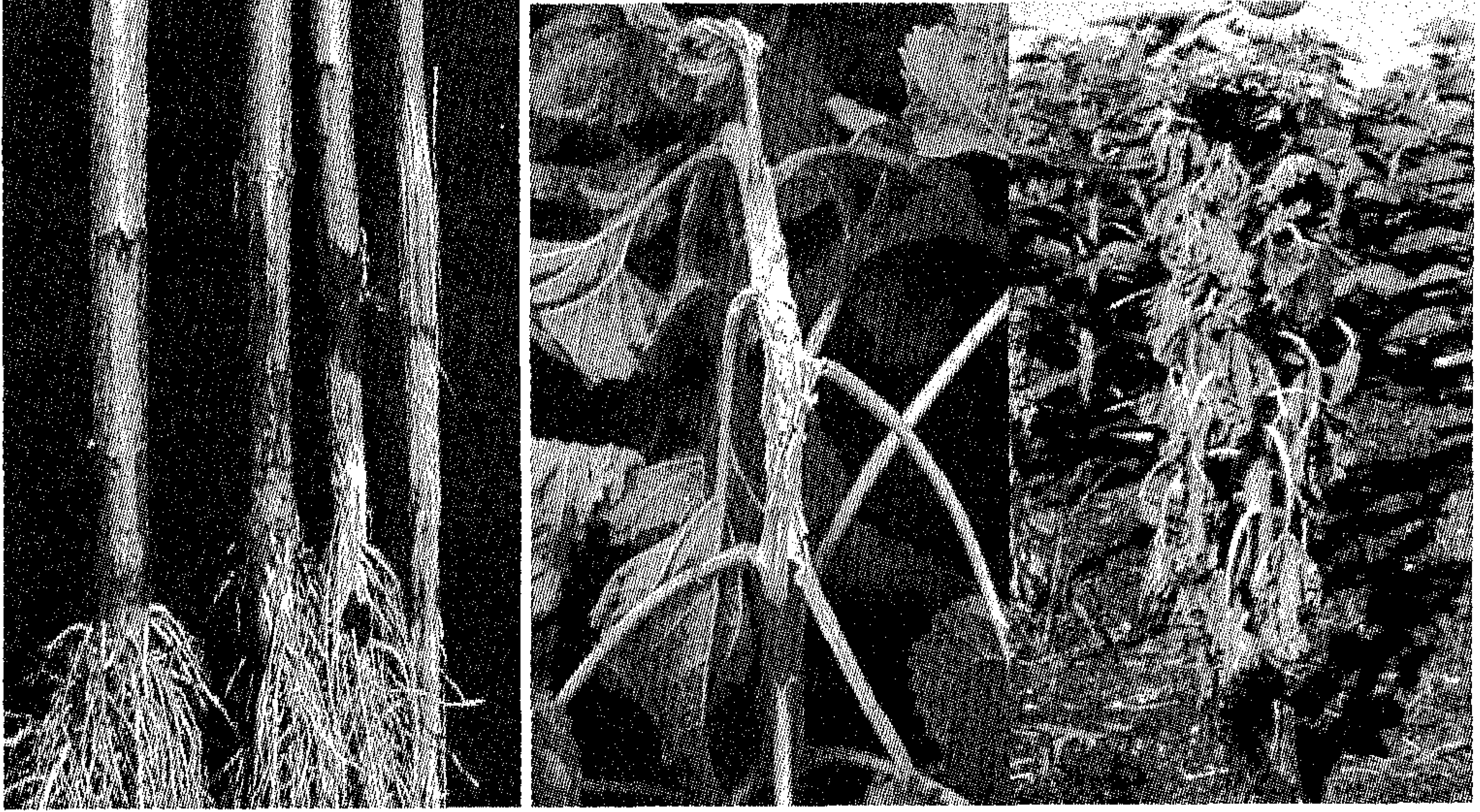
يضم الجنس *Sclerotinia* عددا من المسببات المرضية من اهمها *S. sclerotiorum* الذي يصيب أكثر من 360 نوعا من النباتات و*S. minor* الذي يصيب عددا محدودا نسبيا من أنواع النباتات كالخس والكرفس والجزر والفاصوليا وعباد الشمس وفستق الحقل(Pernezny & Purdy،2000) و*S. trifoliorum* الذي يصيب نباتات العلف البقولية كالجت والبرسيم و*S. homeocarpa* على الثيل(Zhaou & Boland،1997).

الأعراض (Symptoms)

تختلف أعراض الإصابة بفطريات *Sclerotinia* على النباتات وتحت الظروف البيئية المختلفة. فعلى نبات عباد الشمس مثلا تحدث اعراض الذبول وتعفن الساق وتعفن الرأس (شكل10.116)(Nelson & Lamey،2000). وتحصل أعراض مشابهة على نباتات فول الصويا (شكل10.117). وفي الخس يتحول لون النباتات المصابة الى البني وتظهر تعفنا طريا ثم ينهار النبات نتيجة تحلل انسجة قاعدة الساق وتتكون لبادات من نمو الفطر الأبيض الذي يكوّن اجساما حجرية(Hao *et al.*،2003). وعلى نبات الطماطة والفاصوليا تتكون على الساق المصاب بقع مائية تتطور الى تطويق للساق وموت الأجزاء التي فوقه والتي يقصر لونها الى الرمادي الفاتح.

وفي معظم الحالات يحدث تعفنا طريا على الأجزاء المصابة، لكن علامات الإصابة بها تكون مميزة حيث يكون الفطر أجساما حجرية سوداء صغيرة بقطر0.5 الى 1 ملم في حالة الفطر *S. minor* وكبيرة نوعا ما بطول 3 – 10 وعرض 3 – 7 ملم في حالة الفطر *S. sclerotiorum* (شكل10.117 يسار و10.118). شكل الأجسام الحجرية مختلف بين

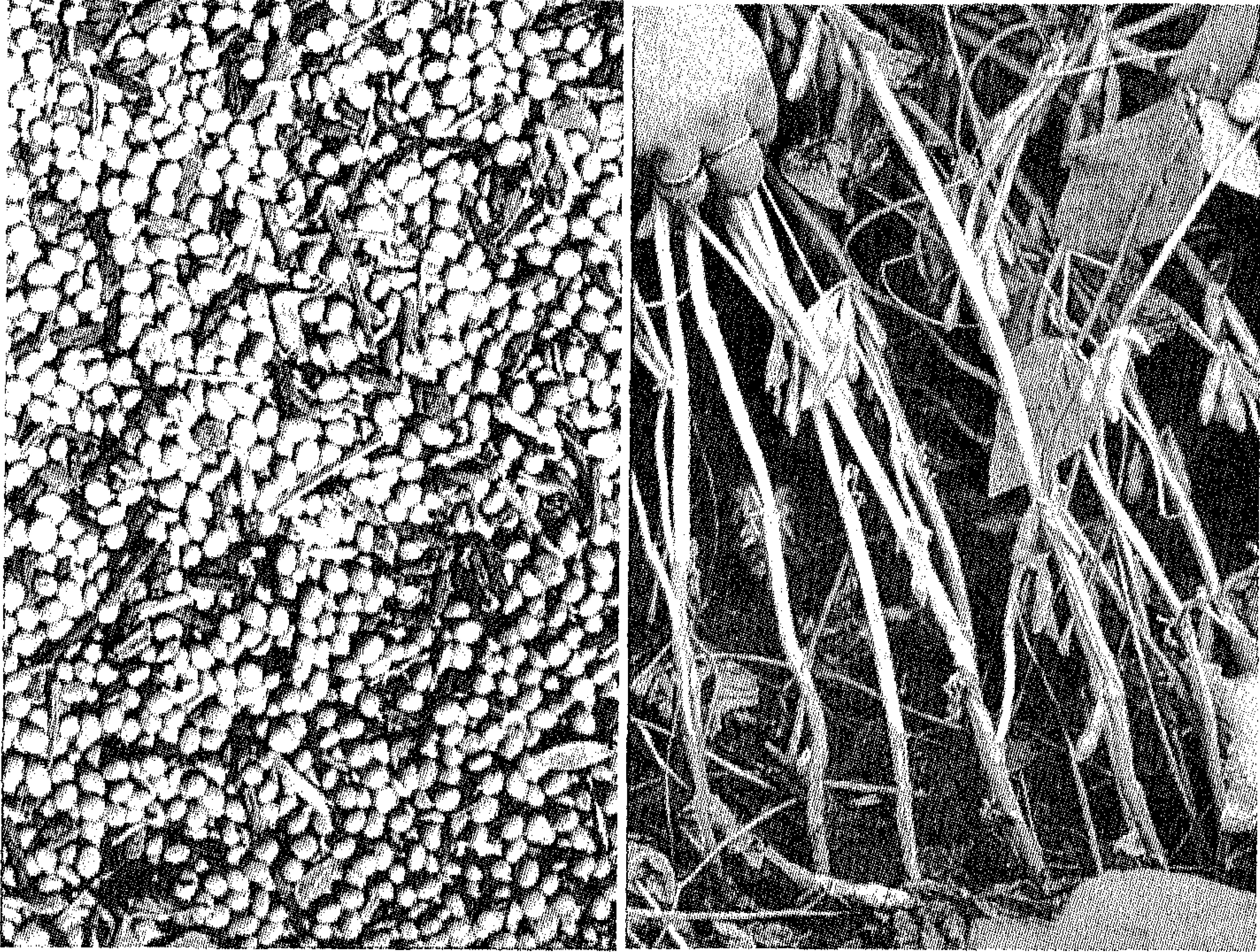
المنتظم المتطاول الى غير المنتظم. الجسم الحجري يكون أسود من الخارج وأبيض من الداخل. ومن علامات الإصابة وجود غزل فطري قطني ابيض على الأجزاء المصابة والذي كثيرا ما يتصاحب بوجود الأجسام الحجرية التي تكون بيضاء في البداية تتحول الى عسلية اللون ثم سوداء(Pernezny & Purdy،2000).



شكل 10.116: إصابة نباتات زهرة الشمس بالفطر S. sclerotiorum تظهر اعراض الذبول (يمين) إصابة الجزء العلوي من الساق (وسط) درجات إصابة مختلفة على الساق والجذر(يسار)
عن: (Nelson & Lamey،2000)

الفطر الممرض (Pathogen): هناك عدد من انواع *Sclerotinia* الممرضة للنبات منها *S. sclerotiorum* و*S. minor* و*S. trifoliorum* على الجت ونباتات الأعلاف البقولية و*S. homeocarpa* على الثيل. تنمو فطريات *Sclerotinia* على الأوساط الزرعية لتكون غزل فطري ابيض قطني وأجسام حجرية. الغزل الفطري مقسم ولا يكوّن أبواغا لاجنسية. تحت الظروف الطبيعية يمكن ان تكوّن الأجسام الحجرية اجسام ثمرية كيسية كأسية (Apothecia) على سويقات تنمو الى اعلى خارج التربة، يتراوح عددها بين 1 الى 4 على

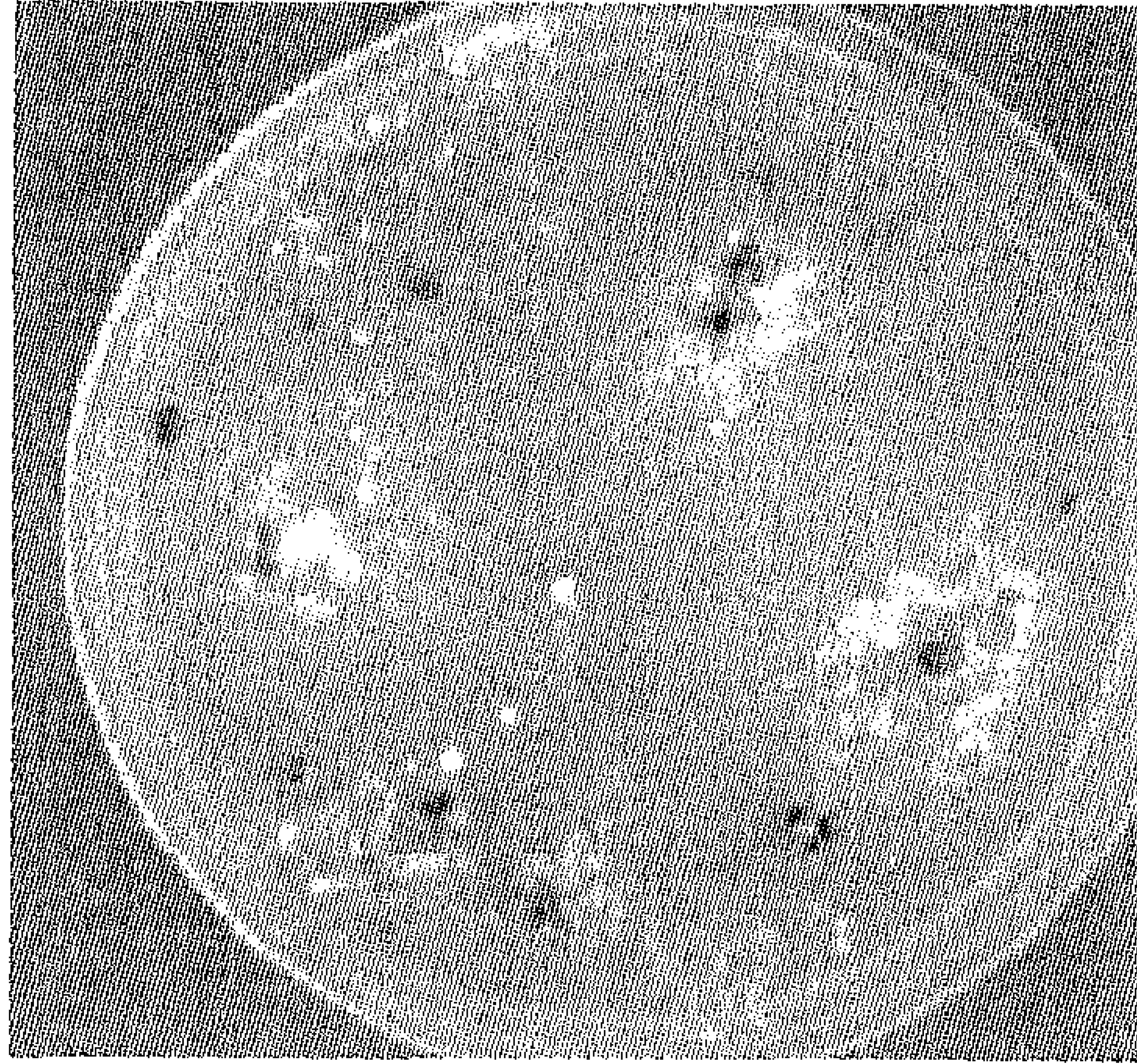
الأجسام الحجرية الصغيرة لكنه يمكن ان يصل الى 40 / الجسم الحجري ويبلغ طول السويق حوالي 1 سم (شكل119.10 و10.120). يتكون عدد كبير من الأكياس تتخللها خيوط عقيمة على الطبقة الخصيبة من الثمرة الكيسية. يحتوي الكيس على 8 أبواغ كيسية تطلق بالقوة من الكيس(Venette، 1998).



شكل **10.117**: حقل فول صويا مصاب بالفطر S. sclerotiorum لاحظ الغزل الفطري الأبيض على السيقان(يمين) وشكل: الأجسام الحجرية (السوداء) لفطر S. sclerotiorum

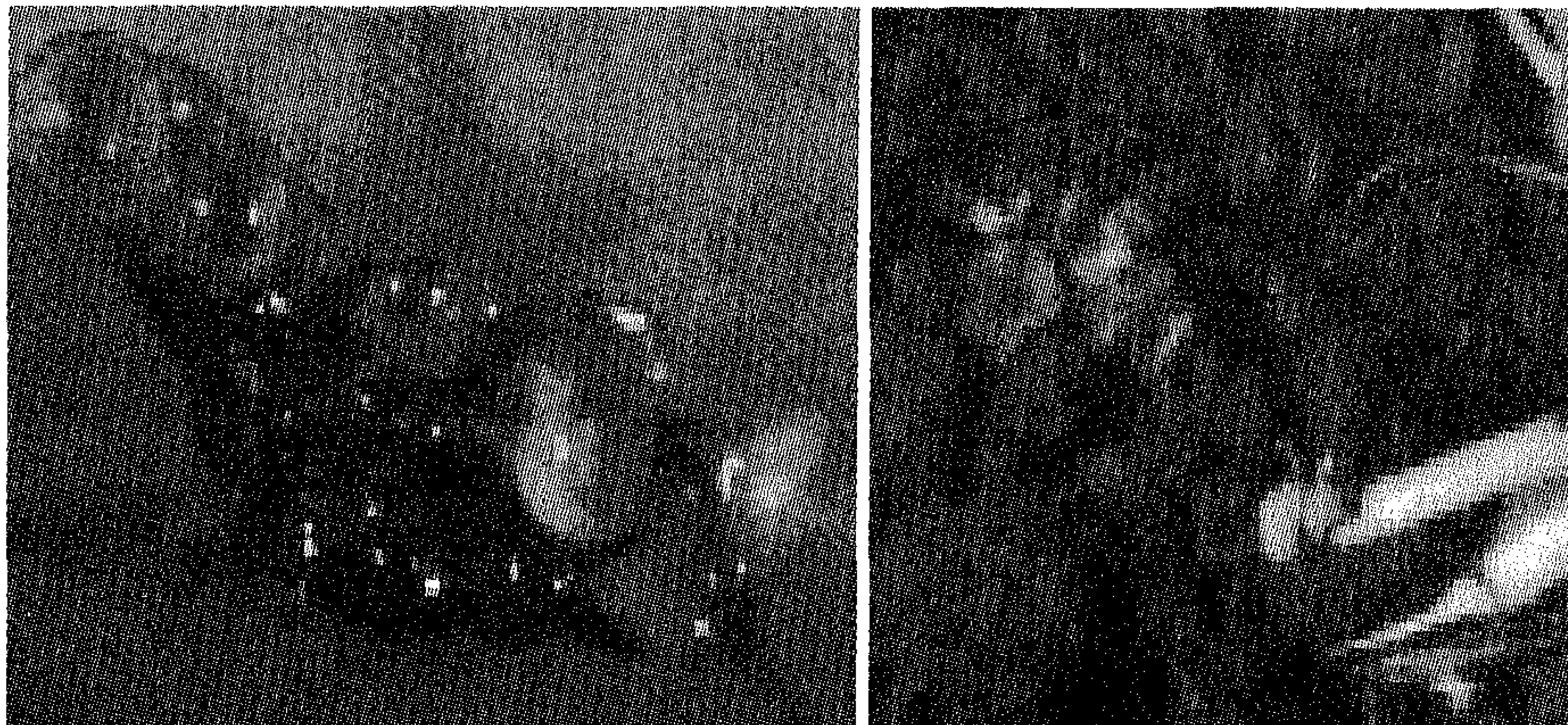
مختلطة مع حبوب فول الصويا

عن: **(Nelson، 2004)**



شكل **22.118**: مستعمرة الفطر S. sclerotiorum على الوسط الغذائي تظهر الأجسام الحجرية

عن: **(Pernezny & Purdy،2000)**



شكل **10.119**: الأجسام الثمرية الكأسية للفطر *S. sclerotiorum* (البرتقالية اللون) نامية طبيعيا(يمين) وجسم حجري ينبت بتكوين الأجسام الثمرية الكأسية (يسار)

عن: **HELENE R. DILLARD and Ann. C. CobbDepartment of Plant Pathology، New York State Agricultural Experiment Station، Cornell University، Geneva، NY**



شكل 10.120: حقل فول الصويا يبين تكوين الأجسام الثمرية الكأسية للفطر S. sclerotiorum (الأسهم)
عن: (Nelson،2004)

إن الأجسام الحجرية الصغيرة للفطر *S. minor* لا تنبت وهي منفردة لكنها تنبت بسهولة حينما تكون متجمعة. كما إن معدل إنبات الأجسام الحجرية يتناسب مع حجمها وهذا ربما يفسر ندرة تكوين الأجسام الحجرية للأجسام الثمرية الكيسية في الطبيعة في حالة الفطر *S. minor* (Hao *et al.*،2003).

تطور المرض (Development of Disease)

يهاجم الفطر *S. minor* جذور وسيقان عائله عند خط التربة وهو نادرا ما يكوّن أبواغ حيث تنبت الأجسام الحجرية بتكوين خيوط فطرية مباشرة(شكل10.121). الغزل الفطري النامي من إنبات الأجسام الحجرية للفطر يمس سيقان واوراق النبات ويبدأ عملية الإصابة(Imolehin *et al.* ،1988 ؛Dow *et al.*،1980 ; Zhou & Boland،1997). تنشأ على الساق قروح تؤدي الى تحطيم الأنسجة الوعائية للساق في منطقة التاج حيث

يذبل النبات وينهار. الفطر *S. sclerotiorum* كثيرا ما يكوّن أبواغا كيسية تحمل بواسطة تيارات الهواء. تحت ظروف الحقل يمكن ان تبقى الأبواغ حية على اوراق النبات لمدة 12 يوما. الأبواغ الكيسية تحتوي مواد لزجة تساعدها على الإلتصاق بسطح النبات وإن بوغا واحدا على بتلات أزهار الفاصوليا يحقق إصابة بنسبة 25 ٪ بينما 4 أبواغ تحقق نسبة إصابة 100 ٪ (Venette،1998). وهكذا نجد إصابات هذا الفطر تحصل على الأجزاء الهوائية للنبات. إن بتلات الأزهار الشائخة او الساقطة على الأوراق هي الأجزاء الأسهل للإصابة بهذا الفطر حيث ينتقل الغزل الفطري منها ليصيب الأوراق أو الساق او الثمار ولهذا السبب يكون هذا الفطر خطيرا وقت إزهار النباتات(Laemmlen،2001). ينتشر الفطر من نبات الى آخر من خلال التلامس وهو لا يكوّن أبواغ لاجنسية ذات اهمية. إن الفطر *S. sclerotiorum* غير أحيائي التغذية وهو يقتل الخلايا على مقدمة من غزله الفطري المتقدم حيث يكوّن حامض الأوكزاليك السام الذي يسهم في قتل الخلايا ويوفر بيئة حامضية منشطة لإنزيماته المحللة(Venette،1998).



شكل 10.121: الفطر S. minor **على نبات السعد** Cyperus esculentus

عن: (Nelson،2004)



شكل 10.122: دورة حياة الفطر S. minor

عن: (Agrios،1997)

يتلوث الحقل بالفطر *S. sclerotiorum* عن طريق إصابة نباتات حساسة أو ادغال بالأبواغ الكيسية للفطر القادمة من حقول مجاورة وتلوث الحقل بالأجسام الحجرية المحمولة مع المواد النباتية المصابة بواسطة الرياح من الحقول المجاورة أوالأدوات الزراعية ومياه الري السطحية. إن 0.5 جسم حجري/ 800 غم تربة تكفي لإحداث إصابة عالية بالفطرعلى عباد الشمس (Nelson،1998).

تنبت الأجسام الحجرية للفطر *S. sclerotiorum* بتكوين خيوط فطرية (Mycelogenic Germination) في حال توفر المواد الغذائية وبتكوين أجسام ثمرية جنسية (Carpogenic Germination) في حال شحتها. تنبت الأجسام الحجرية بعد فترة سكون تتعرض خلالها

للبرودة أو الإنجهاد. الأجسام الحجرية السطحية (تحت التربة بعمق 6 الى 30 ملم) التي مرت بفترة السكون وبوجود تربة رطبة بحدود 50 ٪ من السعة الحقلية ودرجة حرارة 15 الى 20 مْ (كظروف مثلى، لكنها يمكن ان تنبت في مدى 5 الى 34 مْ) يمكن ان تكوّن اجسام ثمرية كيسية دورقية في غضون 10 الى 14 يوما(Venette،1998). وعلى الأجسام الثمرية تتكون الأكياس التي تطلق الأبواغ الكيسية. في الشكل 10.122 رسم تخطيطي لدورة حياة الفطر *S. minor*.

السيطرة على المرض (Control)

1. الطرق الزراعية: الحرص على مباعدة النباتات من اجل تقليل الرطوبة وإنتقال الفطر عبر التلامس بين النباتات المتجاورة. وكذلك إزالة الأدغال التي يمكن ان تكون مصدرا للإصابة.

2. الدورة الزراعية: يمكن زراعة نباتات المحاصيل الصغيرة غير العائلة للممرض ولمدة 3 سنوات حيث تفقد الأجسام الحجرية حيويتها.

3. إستخدام الأصناف المقاومة: يمكن أن تختلف درجة حساسية الأصناف المختلفة للإصابة بفطريات *Sclerotinia* كما توضح ذلك في اصناف الفلفل(Yanar & Miller،2003).

4. المكافحة الحيوية: ثمة العديد من الأبحاث التي تشير الى وجود الأحياء الدقيقة المضادة الفطريات *Sclerotinia* والتي اعطى بعضها نتائج جيدة في الحقل كما هو الفطر (*Sporidesmium sclerotivorum*(del Rio *et al.*،2002 والفطر *Coniothyrium minitans* الذي يتطفل على الأجسام الحجرية. وكذلك الحصول على أنواع منخفضة الضراوة من خلال نقل فايروس dsRNA مخفضة للضراوة بين الأنواع وذلك بنقلها من عزلات *S. sclerotiorum* مصابة الى *S. minor* وتخفيض ضراوتها (Melzer *et al.*،2002) وكذلك السلالات المنخفضة الضراوة من الفطر *Sclerotinia homoeocarpa* ضد الفطر الممرض من النوع نفسه *Sclerotinia homoeocarpa* مسبب مرض الدولار على الثيل(Zhou & Boland،1998).

تعفن الجذر الفيماتوتركوبسي

Root Rot Phymatotrichopsis

يسبب الفطر *Phymatotrichopsis omnivora* مرض تعفن الجذور الفيماتوتركوبسي الذي يسمى ايضا تعفن جذور القطن وتعفن جذور تكساس. يهاجم هذا الفطر اكثر من 2000 نوعا من النباتات العريضة الأوراق بينما لا يهاجم نباتات ذوات الفلقة الواحدة. إن هذا المرض ذو اهمية كبيرة على نباتات القطن والجت والفول السوداني وشجيرات الزينة والأشجار المثمرة كاشجار التفاح حيث يسبب موت للأشجار يمكن ان يصل الى 15 ٪(Kenerley *et al.*،1994) واشجار الفستق الذي يهدد زراعتها (Goldberg،1997) وأشجار الظل(Damicone *et al*؛Luna & Fucikovsky،1987).

الأعراض (Symptoms)

تظهر الأعراض في الحقل على شكل بقع لنباتات ذابلة سرعان ما تموت لكن الشجيرات والأشجار تموت بصورة ابطأ. بيّن الفحص العياني وإستخدام الأشعة تحت الحمراء لبساتين التفاح (*Malus domestica*) أن الفطر ينتشر في أحد المواقع من الأشجار المظهرة للأعراض طوليا على 80 ٪ من الأشجار و60 ٪ من الأشجار غير المظهرة للأعراض عرضيا (عموديا على المحور الطولي) وفي بستان آخر على 100 ٪ من الأشجار طوليا و60 ٪ بينما لم يلاحظ إنتشارا قطريا أو مائلا. إن إستخدام الأشعة تحت الحمراء أظهر وجود فرق معنوي في درجات الحرارة بين تيجان الأشجار المصابة غير المظهرة للأعراض والهواء. كما أن الأشجار المصابة تعاني من تعفن شامل للجذور الوتدية والعرضية قبل ظهور الأعراض على الأجزاء الهوائية (Watson *et al.*،2000).

تجف أوراق النباتات المصابة ويتحول لونها الى البني وتبقى عالقة على النبات. تتوسع دائرة النباتات المتاثرة خلال الأجواء الدافئة الرطبة، لتشكل مناطق دائرية من النباتات الميتة يمكن ان تغزى من أدغال الحشائش.



شكل 10.123: حقل قطن مصاب بتعفن الجذر المتسبب عن الفطر

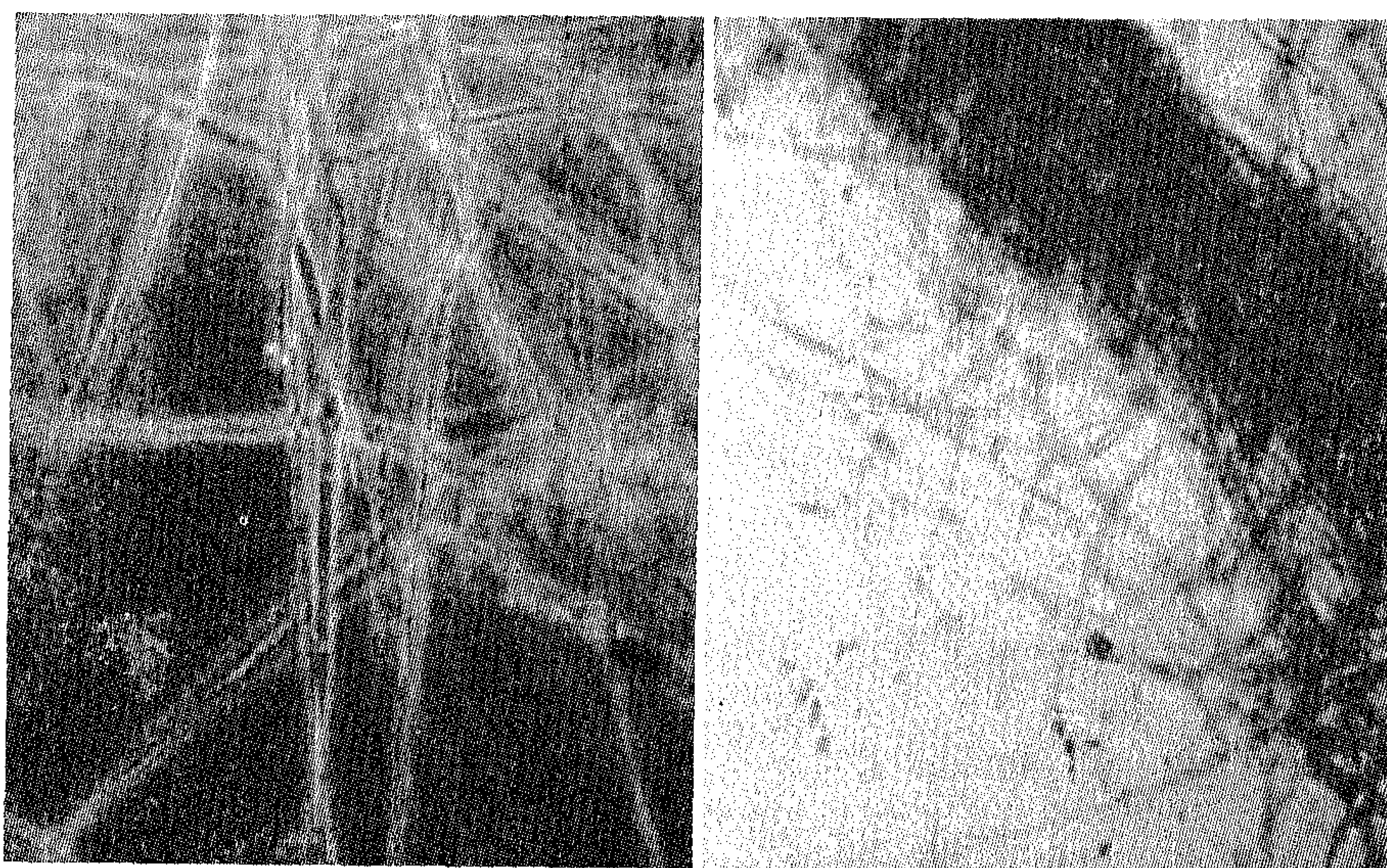
Phymatotrichum omnivorum

عن: http: / /plantpathology.tamu.edu /appel /fung.htm

ويستمر توسع دائرة النباتات المتاثرة سنة بعد اخرى مع نمو الفطر في التربة. فعلى نباتات الجت تنتشر الإصابة بمعدل 0.6 الى 2.4 م / الشهر في الصيف وفي حقول القطن بمعدل 1.5 الى 9 م / السنة (شكل10.123). تتعفن الجذور الوتدية للنباتات المصابة بشدة ويتغطى سطحها بغزل فطري كثيف دباغي اللون. كما ينسلخ القلف بسهولة عن الجذر المتفسخ حيث يكشف عن صبغة بنية حمراء على طول الأنسجة الخشبية البيضاء. ومن العلامات المميزة للمرض تكوّن لبادات بيضاء مختلفة الأقطار من أبواغ الفطر على سطح التربة قرب النباتات الميتة في الأوقات الرطبة. يتحول لون لبادات الأبواغ الى الدباغي قبل ان تتشتت بعد عدة ايام من تكونها (Damicone *et al*.). إن هذه الأبواغ لاتنبت وليس لها دور في إحداث أو نشر المرض. ومن العلامات المجهرية المميزة للمرض وجود الخيوط الفطرية المتصالبة للفطر على سطح الجذور المصابة.

على اشجار الفستق تظهر الأعراض في الصيف حيث درجات الحرارة مرتفعة بشكل إصفرار خفيف على الأوراق سرعان ما يتحول الى اللون البني وتبدأ بالذبول. ثم يحصل ذبول دائمي سريع للأفرع في غضون أسبوعين بعد ذلك تموت الشجرة والأوراق عالقة عليها وقد يكون موتها من السرعة بحيث أن لون الأوراق لما يزل اخضرا وإن اصبحت جافة ومتقصفة. وتتكون قرحة محمرة على تاج الشجرة الميتة(Goldberg،1997؛ Damicone *et al*).

الفطر الممرض (Pathogen) : *Phymatotrichopsis omnivora* سابقا *Phymatotrichum omnivorum*) وهو من الفطريات الناقصة المكونة للأجسام الحجرية والكونيدات اللاجنسية التي تكون احادية الخلية متكونة على حوامل كونيدية قصيرة، علما ان هذه الكونيدات لاتنبت. الخيوط الفطرية يمكن أن تتجمع طوليا لتشكل ما يشبه الحبال السميكة البنية اللون والتي يمكن ان تعطي بعض التفرعات المتصالبة ولها اهمية في إصابة الجذور القريبة (شكل10.124)(Agrios،1997).



شكل 10.124: تجمعات الخيوط الفطرية التي تشكل مايشبه حبال خيوط فطرية للفطر P. omnivorum **على الجذر الوتدي للقطن (يمين) وصورة مكبرة لخيوط الفطر** P. omnivorum**المتصالبة المميزة (يسار)**

عن: (Olsen & Silvertooth،2001)

تطور المرض (Development of Disease)

من المعروف ان الفطر ينمو في الترب القاعدية القليلة المادة العضوية. يبقى الفطر في التربة على شكل أجسام حجرية بنية الى سوداء اللون مقاومة تشبه البذور بقطر 1 – 5 ملم أو خيوط فطرية في بقايا الأجزاء المصابة. كما ان الفطر يمكن ان يبقى على جذور النباتات

الأخرى مثل نبات المسكيت (Mesquite) دون ان تظهر عليه أعراض المرض. الأجسام الحجرية يمكن ان تبقى الى اعماق قد تصل الى حوالي 2.4 م وتبقى حية لمدة تزيد عن 5 سنوات. في الصيف غالبا وقت الإزهار وتكون جوز القطن تصيب الخيوط الفطرية النامية من بقايا الأجزاء المصابة او الناتجة من إنبات الأجسام الحجرية الجذر مسببة تعفن القلف ومن ثم إختراق انسجة الخشب. يحصل الفطر على العناصر الغذائية ليمتد في التربة ويصيب جذور جديدة من خلال إلتحام الجذور المتجاورة ودور حبال الخيوط الفطرية. إن دور أبواغ الفطر غير معروف ولا كيفية إصابة الحقول الجديدة لكن المرض يمكن ان ينتقل الى الحقل من خلال زراعة شتلات مصابة (Percy & Rush،1985؛ Goldberg،1997؛ Damicone *et al*.؛ Olsen & Silvertooth،2001).

السيطرة على المرض (Control)

1. تجنب الزراعة في الترب القاعدية الملوثة بالفطر.

2. الحراثة العميقة بحدود 15 – 20 سم يمكن أن تعرض نموات الفطر لتاثير الظروف الجوية غير الملائمة وتقلل اللقاح.

3. الدورة الزراعية وذلك بزراعة محاصيل من ذوات الفلقة الواحدة لمدة 3 سنوات. إن هذه الطريقة لا تؤدي الى التخلص من الأجسام الحجرية لكنها يمكن ان توفر مادة عضوية تشجع نمو أحياء مضادة للممرض(Damicone *et al*).

4. إزالة الأدغال.

5. تغيير حموضة التربة المحيطة بالأشجار من خلال عمل حوض بعمق 5 سم وملئه بالسماد العضوي وإضافة كبريتات الأمونيوم والكبريت بمعدل 0.5 كغم / م2 وترطيبه. كذلك تطويق إنتشار الفطر من خلال حفر الخنادق حول الأشجار بعرض 10 – 15 سم وعمق 1 – 2 م وإضافة الكبريت فيها.

6. زراعة الأصناف المقاومة حيثما توفرت(Goldberg،1985).

تعفنات مابعد الحصاد للثمار والخضروات

Postharvest Rots of Fruit and Vegetables

التعفن الحامض في الثمار المتسبب عن الفطر Geotrichum

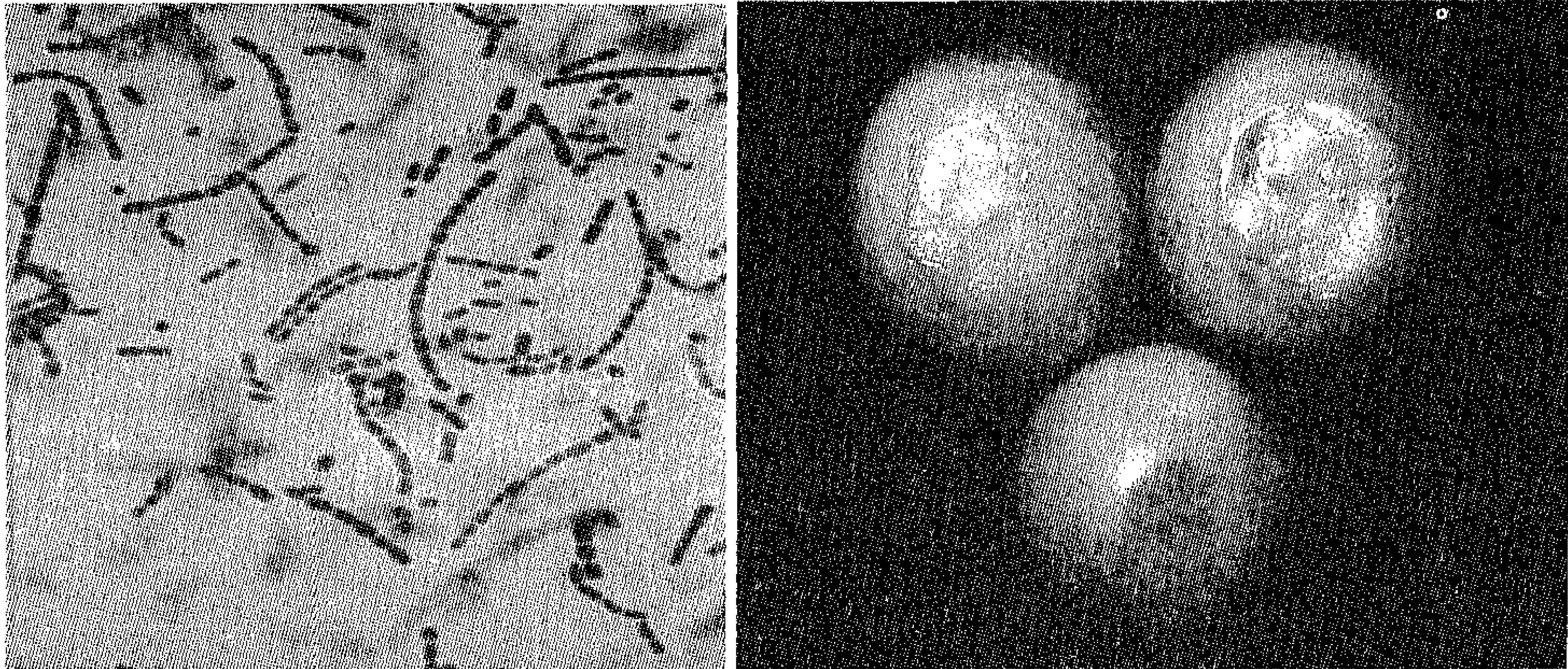
Geotrichum **Sour Rot**

الفطر الممرض (Pathogen) : *Geotrichum*

يسبب الفطر *Geotrichum* مرض التعفن الحامض على الثمار الطرية والخضروات. ومع ان الفطر يمكن ان يصيب الثمار الخضراء الناضجة لكن الثمار الكثيرة النضج في العلب أو الصناديق تكون اكثر حساسية للإصابة.

الأعراض (Symptoms)

يخترق الفطر الثمار من خلال الجروح ويؤدي نموه الى أحداث تعفنا طريا من خلال الإنزيمات المحللة وتكوين أحماض تجتذب ذباب الفاكهة التي تساعد في نقل لقاح الفطر الى ثمار سليمة (شكل10.125يمين). عند تفكك قشرة الثمار المصابة يظهر نمو الفطر الأبيض القشدي الذي يتألف من الخيوط الفطرية التي تتجزأ لتكوين اعداد هائلة من الأبواغ المفصلية (شكل10.125 يسار).



شكل 10.125: التعفن الحامض المتسبب عن الفطر G. Candidum(يمين) ونمو الفطر Geotrichum sp.

عن: (Brown،2003) و
http://rds.yahoo.com/S=96062883/K=geotrichum/v=2/SID=e/l=IVR/;_ylt=A9gnMimUXwhE2PsAbNujzbkF;_ylu=X3oDMTA4NDgyNWN0BHNlYwNwcm9m/SIG=1386kitnl/EXP=1141485844/*-http%3A//www2.ac-lyon.fr/enseigne/biotech/galerie/champignons/tableau/champignons.html

تطور المرض (Development of Disease)

يشجع نمو الفطر في درجات الحرارة العالية 24 – 30 مْ والرطوبة لكنه يمكن ان ينشط حتى في درجات الحرارة الواطئة التي تصل الى 2 مْ(Agrios،1997).

على ثمار الحمضيات خاصة اليوسفي والطنجال والكريب فروت يسبب الفطر *Geotrichum candidum* التعفن الحامض وهو من الفطريات الشائعة الوجود في ترب الحمضيات. ينتقل الفطر بواسطة الرياح ورشاش المطر. يكثر الفطر على ثمار الحمضيات في الأجزاء السفلية من الشجرة وعلى الثمار الساقطة خاصة المندبة. يخترق الفطر من خلال الجروح خاصة العميقة. أعراض الإصابة مشابهة للأعراض التي يحدثها الفطر *Penicillium*. تبدو القروح مائية مرتفعة قليلا، صفراء فاتحة الى داكنة لكن الجلد يمكن نزعه بسهولة اكثر من الثمار المصابة بالفطر *Penicillium*. تحت الظروف العالية الرطوبة يمكن ان تتغطى القروح بطبقة خميرية مجعدة كريمية اللون(Brown،2003).

يمكن ان تصاحب الإصابة نشاط فطريات وخمائر اخرى كما في ثمار الخوخ والدراق التي تكون مصابة بالفطر *Geotrichum candidum* تترافق مع الإصابة بالخمائر *Issatchenkia scutulata* و*Kloeckera apiculata* (Michailides *et al.*2004). إن الأبواغ المفصلية للفطر *G. citri-aurantii* مسبب مرض التعفن الحامض في الليمون حساسة للكلور الحر (200 مكروغرام/ سم3) الناتج من محلول هيبوكلورات الصوديوم 3 ٪ و/ ح (Smilanick *et al.*،2001).

السيطرة على المرض (Control)

1. الحرص على عدم إحداث الجروح.
2. جني الثمار الناضجة وعدم تركها لمدة اطول تزيد من درجة نضجها.
3. إبعاد الثمار المصابة وغسل الثمار وتطهيرها سطحيا.
4. المحافظة على نظافة الأدوات والعلب والصناديق المعدة لغسل وحفظ ونقل الثمار.
5. خزن الثمار في درجة حرارة 10 مْ أو اقل(Brown،2003).

أمراض تعفن الثمار المتسببة عن الفطر

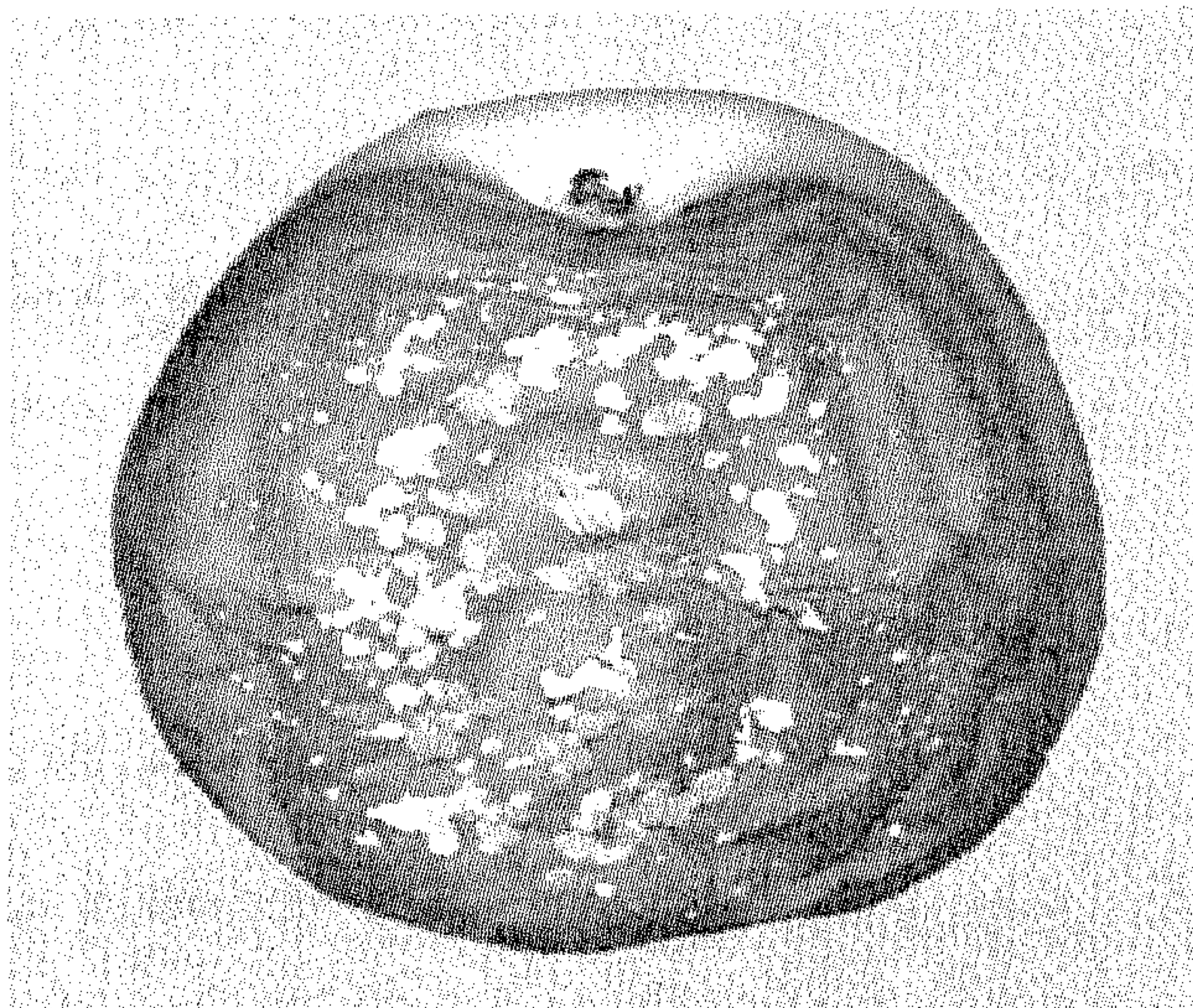
Penicillium Fruit Rot

الفطر الممرض (Pathogen): *Penicillium*

تسبب الإصابة بأنواع *Penicillium* تعفن الثمار خاصة ما بعد الحصاد. يعتبر التعفن الأزرق من اهم أمراض ما بعد الحصاد على ثمار التفاح المخزون في الولايات المتحدة كما يسبب تعفن ثمار الحمضيات. إن أضرار هذه الأمراض لاتقتصر على الخسائر في المنتوج على اهميتها لكنها يمكن ان تشكل أخطار صحية كبيرة من خلال تكوين الفطر لسموم فطرية مسرطنة مثل Putulin خاصة في الثمار المعدة للتصنيع(Janisiewicz، 1999) ويمكن ان تشكل أمراض التعفن الأزرق والأخضر على ثمار البرتقال 90 ٪ من أمراض التعفن أثناء الخزن والنقل والتسويق(Agrios،1997).

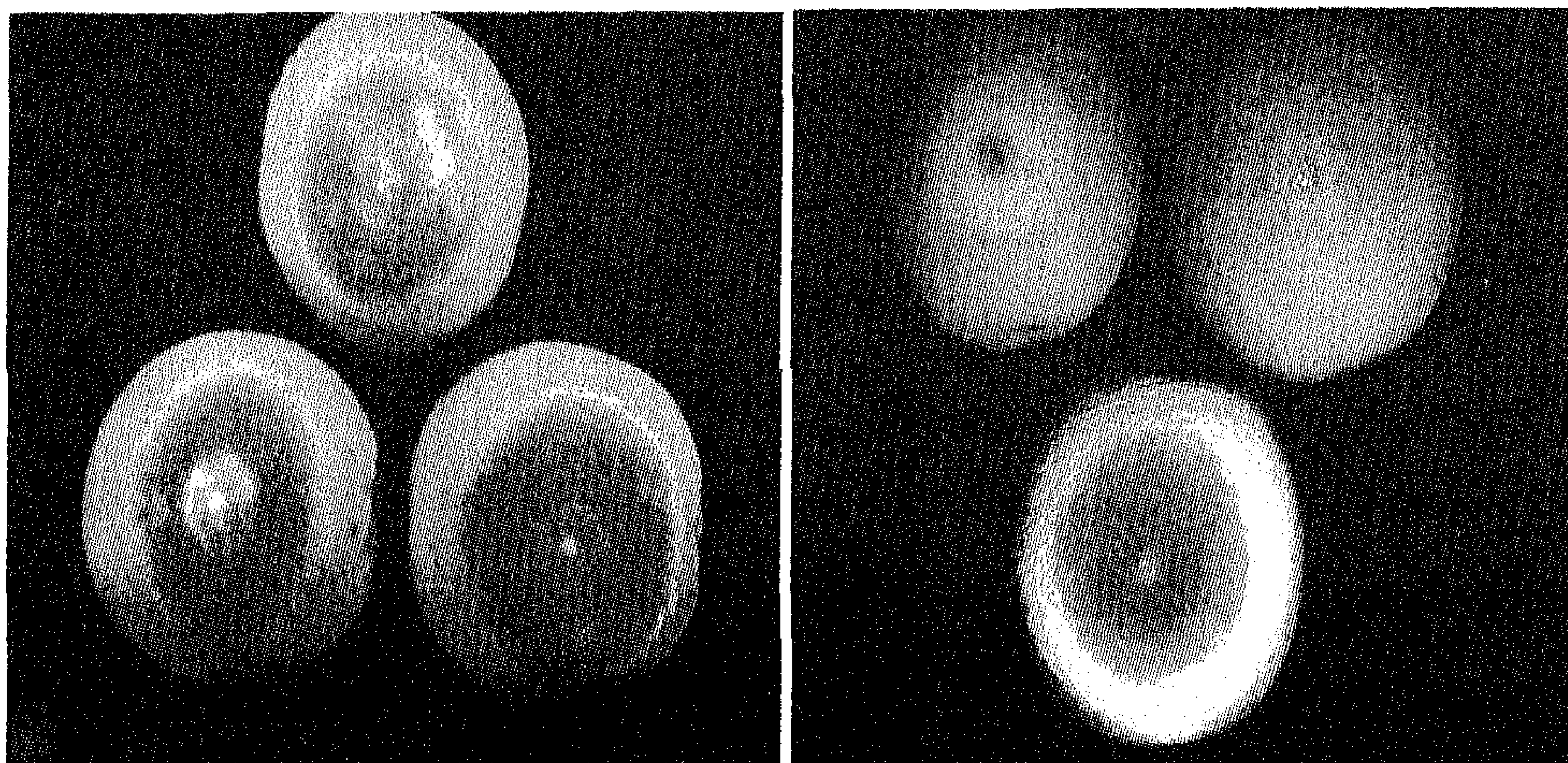
الأعراض (Symptoms)

إن أعراض إصابة الثمار بالأنواع المختلفة من الفطر *Penicillium* تكون متشابهة. فعلى ثمار التفاح المصابة بالتعفن الأزرق الذي يسببه الفطر *P. expansum* تكون المنطقة المتاثرة لينة، مائية وبنية فاتحة اللون على ثمار الأصناف الصفراء والخضراء بينما تكون بنية داكنة على الأصناف الملونة. تتغطى القروح بنمو فطري زغبي أبيض ثلجي ثم مع الوقت تتغطى بلون ازرق هو عبارة عن كونيدات الفطر (شكل10.126). على ثمار البرتقال المصابة بالتعفن الأزرق المتسبب عن الفطر *P. italicum* تظهر الأعراض بشكل بقعة مائية يظهر عليها غزل فطري أبيض عندما يصل قطرها حوالي 2.5 الى 5 سم وتكون محاطة بشريط ضيق من منطقة متجرثمة بيضاء وتتكون الأبواغ الزرقاء اللون من المركز وتغطي معظم القرحة وتصبح محاطة بشريط مائي من القشرة المتحللة (شكل10.127 يسار). ويمكن ان يكوّن الفطر أبواغ على لب الثمرة أحيانا. أعراض التعفن الأخضر المتسبب عن الفطر *P. digitatum* على ثمار البرتقال تكون مشابهة لأعراض التعفن الأزرق إلا ان المنطقة المتجرثمة الخضراء في المركز تكون محاطة بمنطقة عريضة من الغزل الفطري الأبيض اللون (شكل10.127 يمين)(Brown،2003c؛ Brown،2003d). تحت الظروف الباردة الجافة لا يتكون الغزل الفطري على الثمار حتى لو كانت متعفنة بالكامل. وتحت ظروف الجفاف يمكن أن تتحول الثمرة المصابة الى مومياء. أما في الظروف الرطبة فيمكن ان تغزى الثمار المصابة بالفطر *Penicillium* بفطريات وخمائر اخرى محيلة اياها الى كتل مائية متعفنة.



شكل 10.126: ثمرة تفاح مصابة بالتعفن الأزرق المتسبب عن الفطر
Penicillium expansum

عن: (Janisiewicz،1999)



شكل 10.127: ثمار برتقال تظهر مراحل مختلفة من اعراض الإصابة بالتعفن الأخضر الذي يسببه الفطر P. digitatum (يمين) وثمار برتقال مصابة بالتعفن الأزرق المتسبب عن الفطر P. italicum (يسار)

عن: (Brown،2003d ؛Brown،2003c)

تطور المرض (Development of Disease)

تخترق هذه الفطريات قشرة الثمرة من خلال الجروح الناتجة عن العوامل الميكانيكية او الحشرات وكذلك فتحات النهايتين الزهرية والساقية. تبقى كونيدات الفطر *P. expansum* حية لفترات طويلة تكفي للبقاء من موسم الى آخر على صناديق التعبئة الملوثة وكذلك في تربة الحقل والثمار المصابة حيث تنتقل بواسطة الهواء. ويعتقد ان غمر الثمار المعدة للخزن بمحلول Diphenylamine المستخدم لحماية الثمار يكون ملوثا بكونيدات الفطر المتزايدة العدد(Janisiewicz، 1999).

تبقى فطريات *Penicillium* في التربة على بقايا النبات وتكوّن كونيدات يمكن ان تصيب الثمار المجروحة على الشجرة او الأرض. تنتقل الكونيدات بواسطة الهواء وعند سقوطها على الأنسجة المجروحة التي توفر الرطوبة والمواد الغذائية تنبت وتحدث الإصابة. تنتج الثمار المتعفنة كميات كبيرة من غاز الأثيلين وهو هرمون نباتي يشجع التنفس والشيخوخة ونضج الثمار قبل الأوان. يمكن ان تتكرر دورة المرض عدة مرات في المخزن إذا طالت فترة الخزن. يمكن ان تنتقل الإصابة من الثمار المصابة الى السليمة داخل صناديق التعبئة في حالة الفطر *P. italicum* بينما لاتنتقل في حالة الفطر *P. digitatum* لكن الأعداد الهائلة من الأبواغ المتكونة

على الثمار المصابة يمكن ان تحدث حالة توسيخ (Soilage) لسطوح الثمار السليمة، وفي هذه الحالة يجب غسل هذه الثمار قبل عرضها للبيع. إن تكوين الفطر لأعداد هائلة من الكونيدات يوفر الفرصة لظهور سلالات مقاومة للمبيدات الكيميائية(Brown، 2003c؛ Brown، 2003d).

السيطرة على المرض (Control)

1. الطرق الصحية: تتضمن إزالة أو تخفيض لقاح الفطر وتشمل إستخدام الصناديق وادوات التعبئة النظيفة والمعقمة وجني الثمار الناضجة قبل ان تصل مرحلة النضوج الزائد ووضعها في مخازن مبردة بالسرعة الممكنة.

2. تجنب إحداث الجروح.

3. المكافحة الكيميائية: يمكن قتل أبواغ الفطر بغمر الصناديق في ماء الكلور بتركيز 100 جزء بالمليون ومحلول Sodium O–phenylphenate بتركيز 0.3 الى 0.5 ٪. كما تستخدم مبيدات Thiabendazoles وCaptan.

4. المكافحة الحيوية: إن طريقة المكافحة هذه تبدو واعدة حيث تتوفر في الوقت الحاضر مبيدات حيوية منها BioSave 110 الذي يتكون من بكتريا مضادة و
Decco I–182 (Aspire سابقا) الذي يتكون من خميرة مضادة. إن هذين المبيدين هما وقائيان في عملهما حيث لا يعملان على الثمار المصابة اصلا، ويمكن ان يكون إستخدامهما جزءا من برنامج مكافحة متكاملة.

5. المكافحة المتكاملة: يمكن استخدام كلوريد الكالسيوم الذي يثبط مسبب مرض التعفن المر وكذلك تعريض الثمار للهواء الحار بدرجة حرارة 38 مْ لمدة 4 ايام وإستخدام المكافحة الحيوية سوية يمكن ان يوفر مكافحة متكاملة لهذه الأمراض(Janisiewicz،1999).

الفصل الحادي عشر *Chapter 11*

أمراض الفطريات البازيدية

***Diseases Caused by** Basidiomycota*

أمراض الصدأ

Rust Diseases

تعتبر أمراض الصدأ من بين اهم أمراض محاصيل القمح والشعير ومحاصيل الحبوب إضافة الى المحاصيل الحقلية الأخرى والخضروات ونباتات الزينة والأشجار والكثير من الأدغال. أمراض الصدأ تعتبر من اوائل الأمراض التي عرف الناس أضرارها الكبيرة على مصادر الغذاء الرئيسة حيث يمثل القمح أكبر المصادر الغذائية والشعير سادسها ويشكل المحصولين 25 ٪ من الغذاء العالمي. وكانت أمراض الصدأ قد ذكرت في الأدب الإنساني منذ زمن أرسطو (384 – 322 ق م). وكان الرومان يقدمون الكلاب والثعالب والأبقار الحمراء كأضحيات لآلهة الصدأ Robigo أو Robigus كل ربيع لدرء خطر مرض الصدأ عن القمح. بل يذهب بعض المؤرخين الى ان أوبئة الصدأ الشديدة في سنوات المطر الكثيف يمكن أن تكون قد أسهمت في سقوط الأمبراطورية الرومانية.

لقد ربط المزارعون بين نمو أشجار الباربري قرب حقول القمح وظهور المرض منذ فترة قبل ان يصدر اول تشريع بتحريم زراعتها قرب حقول القمح في فرنسا سنة 1660. علما ان نباتات الباربري كانت تزرع من اجل إستخراج صبغة صفراء من قلفها

كما تستخدم لعمل المربيات والنبيذ وفي الصناعات النجارية كمقابض للأدوات كما انها شوكية وسريعة النمو حيث تستخدم كأسيجة ضد الحيوانات. وفي سنة 1797 سمى Persoon الفطر المسبب لصدأ القمح *Puccinia graminis*. في سنة 1854 بين الأخوين Tulasane أن بعض فطريات الصدأ الأحادية العائل يمكن ان تكوّن أبواغ على 5 مراحل وبينا أن الأبواغ الحمراء (اليوريدينية) والأبواغ السوداء (التيلية) تعود للفطر الممرض نفسه. فيما بعد تمكن DeBary من إحداث الإصابة بالأبواغ البازيدية للفطر على اوراق الباربري بعد ان فشل في إحداثها على اوراق نبات القمح وأثبت علميا دور العائل المناوب (Schumann & Leonard،2005).

الأطوار او الأنواع الخمسة من الأبواغ التي يمكن أن تكونها فطريات الصدأ تشمل وبالترتيب الزمني:

1. الطور البكني او السبيرماكوني (Pycnial Stage or Spermagonial) الذي يمثل اول الأطوار التي تتكون على النبات بعد أصابته بالأبواغ البازيدية حيث تنتج الأبواغ البكنية (Pycniospores) أو البذيرات (Spermatia) ولا يتكرر تكوينه سوى للمرة الأولى ويمكن أن يختفي هذا الطور من دورة حياة بعض فطريات الصدأ مثل *Puccinia malvacearum*. عند إنبات البوغ البازيدي على بشرة النبات يتم الإختراق المباشر ويتكون غزل فطري أحادي النواة يكوّن فيما بعد البكنيات أو السبيرماكونات تحت الأدمة أو البشرة بشكل أوعية كروية او دورقية أو منبسطة ذات فتحة لخروج الأبواغ وتحتوي على خيوط عقيمة، وتكوّن حوامل بوغية تحمل البذيرات. كما تكوّن عند النهاية العلوية للوعاء خيوط إستقبال (Receptive Hyphae) تقوم بدور الخلايا الجنسية الأنثوية التي تستقبل البذيرات. البذيرة الناضجة احادية الخلية شفافة بيضوية أو مستديرة الشكل. ونتيجة لضغط أطراف الخيوط الفطرية تتمزق الأدمة او البشرة معرضة البذيرات التي تكون مختلطة مع سائل سكري يجتذب الحشرات للمساعدة على إنتشار البذيرات.

2. الطور الأيشي (Aecial Stage) عند سقوط بذيرة متوافقة جنسيا على خيط الإستقبال الأنثوي في الحافظة البذيرية تنتقل نواتها الى خيط الإستقبال ومن خلية الى اخرى نزولا الى خلايا الغزل الفطري حيث تستقر في خلية متوافقة جنسيا ويحصل ما يشبه الإخصاب. في الإصابات الشديدة تتكون أوعية بكنية كثيرة وتتزاوج الغزول الفطرية المتوافقة جنسيا داخل الورقة المصابة دون مساعدة الخلايا اللقاحية. الغزل الفطري ذو النواتين يكوّن على الوجه السفلي للأوراق الأوعية الإيشية (Aecia). في قاعدة الوعاء تتكون الخلايا المولدة للأبواغ الإيشية التي تكوّن أبواغ إيشية (Aeciospores) متبادلة مع خلايا فاصلة (Junctor Cells) في سلاسل تكون الأبواغ الأقدم في نهايتها. ونتيجة لتزاحمها وتجاورها تصبح الخلايا متعددة الأوجه. البوغ الأيشي وحيد الخلية، سميك الجدار مزود بثقوب إنبات عديدة. تندفع الأبواغ الإيشية ممزقة نسيج البشرة حيث تحمل بواسطة الهواء. وعند سقوطها على العائل المناسب وبوجود الماء تنبت وتخترق الثغور وتكون غزل فطري خلاياه ثنائية النواة.

3. الطور اليوريديني (Uredinial Stage) يتكون هذا الطور من الغزل الفطري الناشيء من الأبواغ الإيشية او اليوريدينية. تنشأ بثرات يوريدينية تضغط على بشرة العائل لتمزقها وتتحرر الأبواغ اليوريدينية (Urediniospores). البوغ اليوريديني وحيد الخلية ثنائي النواة، كروي أو بيضوي الشكل، أصفر او برتقالي اللون والجدار يكون سميك شوكي او متدرن ومزود بعدد من ثقوب الإنبات يستفاد منها في تشخيص الأنواع. والبوغ اليوريديني يكون محمولا على حامل طويل. تقوم الأبواغ اليوريدينية بدور اللقاح الثانوي الذي تقوم به الكونيدات في الفطريات الأخرى حيث يمكن ان تنتج عدة مرات خلال موسم النمو وتحقق الإصابات الثانوية التي يمكن ان تسبب الأوبئة.

عندما تسقط الأبواغ اليوريدينية على سطح العائل الحساس تنبت وتخترق عن طريق الثغور وتكوّن غزل فطري خلاياه ثنائية النواة. يمكن ان تتكون خلال ايام بثرات يوريدينية جديدة، كما انها يمكن ان تكوّن في بعض الأنواع أبواغ سميكة الجدار تسمى الأبواغ الكامنة (Amphispores) تنبت بعد فترة سكون.

4. الطور التيلي (Telial stage) يتكون قرب نهاية موسم النمو وينشأ من الغزل الفطري للطور اليوريديني. في البداية تختلط الأبواغ التيلية (Teliospores) مع الأبواغ اليوريدينية حيث تتكون في البشرة اليوريدينية نفسها وفيها بعد تتكون في بثرات تيلية (Telia) مستقلة. تتكون البثرات التيلية تحت البشرة او في النسيج الوسطي وتكون مسحوقية او جيلاتينية وقد تبقى مطمورة او تتحرر بتمزيق نسيج العائل. ينكون البوغ التيلي من خلية مولدة تنقسم الى خليتين، سفلية تصبح عند إستطالتها حامل البوغ وخلية علوية تمثل البوغ. البوغ التيلي يمكن ان يكون مؤلفا من خلية واحدة أو خليتين أو عدة خلايا وكل خلية تنبت بصورة مستقلة. كما ان الأبواغ التيلية يمكن ان تكون مسوقة او جالسة، حرة او مطمورة في مادة جيلاتينية او ملتحمة جانبيا مع بعضها مكونة طبقات او اعمدة حسب النوع. جدار البوغ التيلي يكون سميكا ويحتوي على ثقب إنبات واحد او اكثر والجدار املس او شوكي واللون بين عديمه الى البني المسود. لا تنبت الأبواغ التيلية عادة إلا بعد فترة سكون. عند نضج البوغ التيلي تتحد النواتان وخلال الإنبات ينشأ من أحد ثقوب الإنبات خيط فطري قصير محدود النمو يسمى البازيدة (Basidium) تنتقل اليه النواة الثنائية المجموعة الكروموسومية وتنقسم إنقساما إختزاليا لتتكون 4 نوى أحادية المجموعة الكروموسومية تصطف على طول البازيدة ثم تنشا بينها جدران مستعرضة لتتكون 4 خلايا وحيدة النواة، أحادية المجموعة الكروموسومية. ينشأ نتوء من كل خلية تنتقل إليه النواة والسايتوبلازم لتتكون الأبواغ البازيدية الأربعة.

5. الطور البازيدي (Basidial Stage) قبيل إنطلاق البوغ البازيدي الناضج تتكون عند قاعدته قطرة سائل يحملها معه عند إنطلاقه. البوغ البازيدي أحادي الخلية صغير الحجم بيضوي أو كروي الشكل ويحتوي على نواة واحدة. البوغ يكون قصير العمر وعليه الإنبات على سطح العائل المناسب حيث يتكون إنبوب إنبات يخترق سطح العائل ويكوّن ما بين الخلايا غزلا فطريا أحادي النواة تنشأ منه فيما بعد الحوافظ البكنية. وهذا الطور لايكوّن بثرات.

إن أمراض الصدأ التي تحتوي دورة حياتها على الأطوار البوغية الخمسة تسمى

أمراض صدأ طويلة الدورة (Macrocyclic Rusts) والفطريات المسببة لهذه الأمراض تنتج في دورة حياتها طورا بوغيا واحدا على الأقل تكون خلاياه ثنائية النواة إضافة الى الطور التيلي. أي أن الفطر يكوّن أبواغ إيشية أو يوريدينية أو الأثنين معا بين الطورين البكني أو السبيرماكوني والتيلي. اما أمراض الصدأ التي يعقب فيها الطور التيلي مباشرة الطور البكني فتسمى قصيرة الدورة (Microcyclic Rusts).

والفطريات التي تكمل دورة حياتها على عائل واحد تسمى أحادية العائل (Autacious Rusts) بينما تلك التي تحتاج الى عائل مناوب فتسمى متباينة العائل او ثنائية العائل (Heteracious Rusts)(ثابت وآخرون، 1963).

الفطريات المسببة لأمراض الصدأ تضم أكثر من 500 نوعا(Eckardt،2006) منها:

Puccinia: وتضم عدة انواع ممرضة منها *P. graminis* مسبب صدأ الساق على القمح والشعير وغيرها من محاصيل الحبوب. و*P. striformis* مسبب الصدأ المخطط على القمح والشعير والجاودار و*P. recondita* مسبب صدأ الأوراق على القمح والجاودار و *P. hordei* مسبب صدأ الأوراق على الشعير و*P. coronata* مسب صدأ الشوفان و*P. sorghii* مسبب صدأ الذرة و*P. polysora* مسبب صدأ الذرة الجنوبية و*P. purpurea* مسبب صدأ الذرة الرفيعة و*P. sacchari* و*P. melanocephala* مسببي صدأ قصب السكر و*P. stakmani* على القطن و*P. asparagi* على الأسبرجس و*P. chrysanthemi* على نباتات الورد مثل *Chrysanthemum* و*P. malvacearum* على ورد الختمي و*P. antirhini* على ورد حلق السبع.

Gymnosporangium: يضم الفطر *G. juniperi – verginianae* مسبب صدأ الأرز – التفاح.

Hemileie: يضم *H. vastarix* مسبب صدأ البن.

Phragmidium: مسبب الصدأ على ورد الروز والصدأ الأصفر على نبات توت العليق.

Uromyces: يضم *U. appendiculatus* على البقوليات و*U. caryophyllinus* على القرنفل.

Cronartium : يضم *C. ribicola* مسبب الصدأ البثري على الصنوبر الأبيض و*C. quercuum f. sp. fusiforme* مسبب الصدأ المغزلي على الصنوبر والبلوط.

Peridermium : يضم *P. barknessi* مسبب صدأ العقدي الغربي على الصنوبر.

Melampsora : يضم *M. lini* مسبب صدأ الكتان.

Coleosporium : يضم *C. asterinum* مسبب الصدأ البثري على اوراق الصنوبر.

Gymnoconia : مسبب الصدأ البرتقالي على العليق.

Phakosppsora : يضم *P. pahyrhizi* مسبب مرض صدأ فول الصويا الآسيوي على فول الصويا. وهو ينتشر حاليا في أفريقيا والعالم الغربي بما فيها الولايات المتحدة وله أهمية عالمية كبيرة (Eckardt،2006).

Tranzschelia: مسبب صدأ الخوخ(Agrios،1997).

يصاب القمح بثلاثة انواع من الصدأ: صدأ الأوراق (Leaf Rust) الذي يتسبب عن الفطر *Puccinia triticina* والصدأ المخطط (Stripe Rust) المتسبب عن الفطر *P. striiformis* وصدأ الساق (Stem Rust) المتسبب عن الفطر *P. graminis*. تختلف اهمية هذه الأمراض الثلاثة حسب المنطقة الجغرافية والظروف البيئية السائدة التي يمكن ان تتغير مع الزمن (Watkins،2005).

مرض صدأ الساق في القمح
Wheat Stem Rust

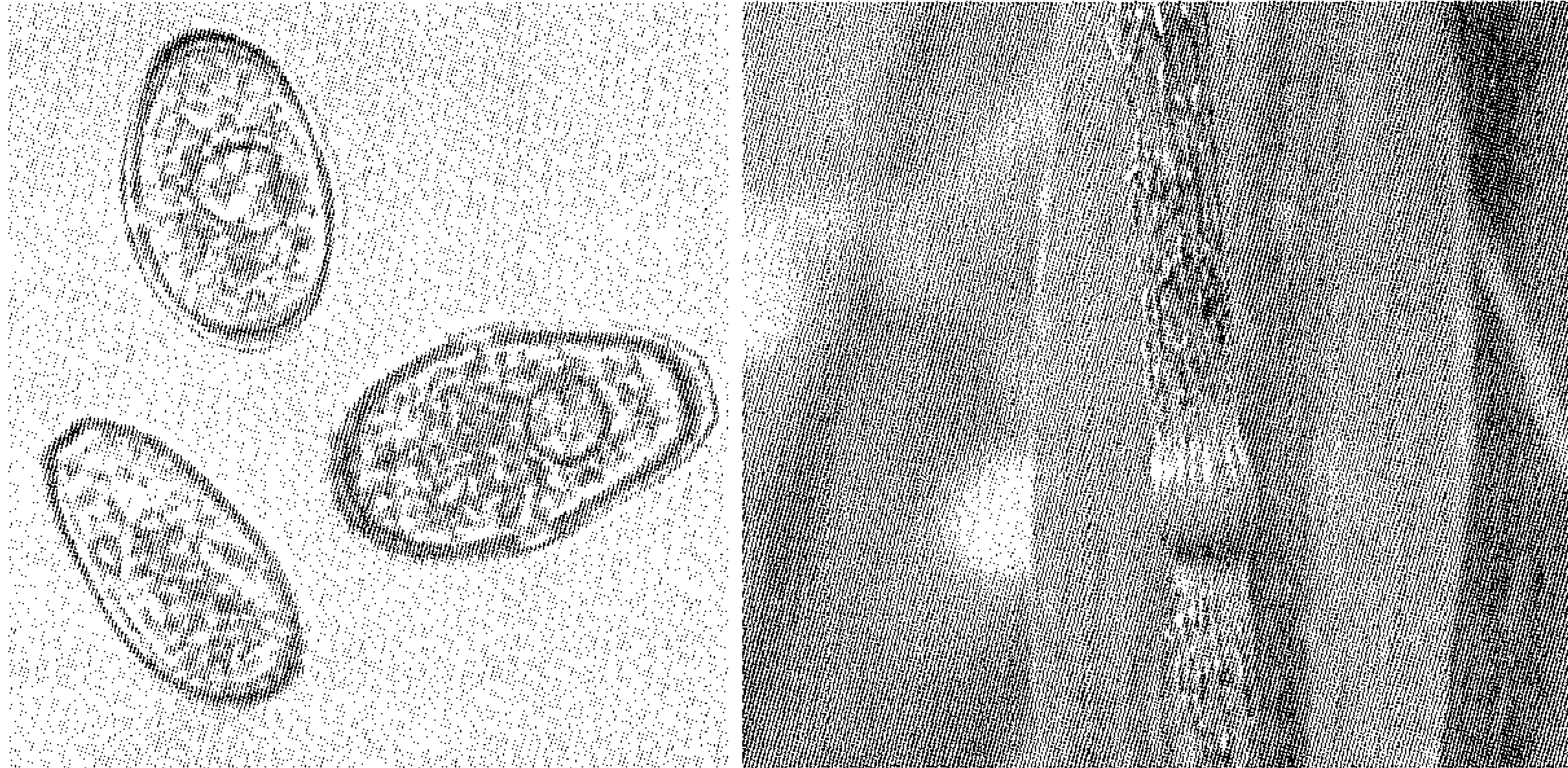
يهاجم الفطر المسبب لصدأ الساق الأجزاء الهوائية لنبات القمح حيث يسبب تخفيض التفرع وتكوين الحبوب والتي تكون صغيرة الحجم وذابلة ومنخفضة القيمة الغذائية والمواصفات العجينية. كما ان البادرات المصابة تكون ضعيفة واكثر عرضة لأذى البرد

والطفيليات الأخرى. يؤدي المرض الى خسائر تتراوح بين الطفيفة الى التدمير الكامل للمحصول. تقدر الخسائر في أمريكا الشمالية سنويا بأكثر من طن متري من المحصول يمكن ان ترتفع الى عشرات بل مئات الأطنان المترية تحت الظروف الملائمة لتطور المرض. كذلك الحال في مناطق إنتاج القمح في مختلف ارجاء العالم خاصة في الدول النامية حيث تكون الخسائر أكبر بكثير. في الوقت الحاضر تنتشر سلالة خطيرة من *Puccinia graminis tritici* تسمى Ug99 تم إطلاق مبادرة عالمية لدراستها هي

Global Rust Initiative (http: / /www.globalrust.org /index.html) (Eckardt،2006).

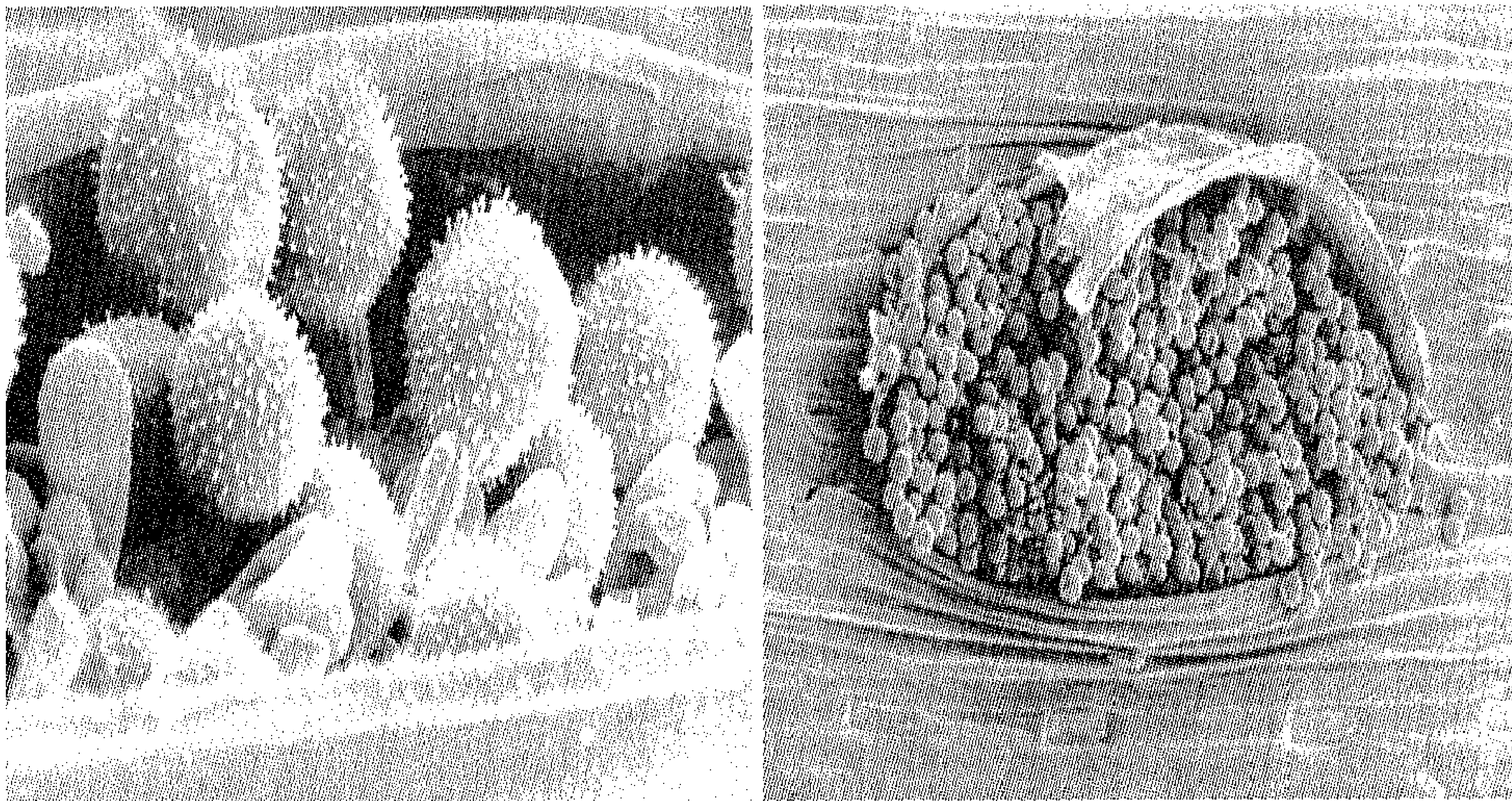
الأعراض (Symptoms): تظهر الأعراض على القمح والحشائش الأخرى بعد 7 الى 14 يوما من التلقيح بأبواغ الفطر، بشكل بثور يوردينية بيضوية الشكل بطول 10 ملم وعرض 1 الى 3 ملم تكون موازية لمحور الساق أو الأوراق أو أغمادها كما يمكن ان تتكون على اعناق السنابل والقنابات، ممزقة نسيج البشرة وكاشفة عن اعداد كبيرة من الأبواغ اليوريدينية المسحوقية، الحمراء القرميدية اللون. الأبواغ اليوريدينية تكون احادية الخلية بيضوية ذات اشواك (شكل11.1 و11.2). وفي مرحلة متاخرة من موسم النمو تتكون في مواقع البثرات اليوريدينية بثرات تيلية تحتوي على الأبواغ التيلية التي تكون ثنائية الخلية، سميكة الجدار مسوقة، سوداء اللون. ويمكن ان تتكون البثرات التيلية في مواقع مستقلة (شكل11.3)(Schumann & Leonard،2005).

أما على نبات الباربري (شكل11.4) والعوائل المناوبة الأخرى تتكون البكنيات (Pycnia) أو الحوافظ البذيرية (Spermagonia) في الربيع على السطح العلوي للأوراق عادة (شكل23.5 يمين). البكنيات تكون بمجاميع صغيرة وتخرج الأبواغ البكنية أو البذيرات مع ندوة عسلية. بعد 5 الى 10 أيام تتكون على الجهة المقابلة للحوافظ البذيرية الإيشات التي تكون بشكل كؤوس ملئى بأبواغ دقيقية برتقالية – صفراء ويمكن ان تخرج من السطح السفلي للورقة مسافة 5 ملم (شكل11.5. يسار و11.5 يمين). الأبواغ الإيشية تكون مجدرة المظهر (شكل11.6 يسار).



شكل **11.1**: البثور اليوريدينية لصدأ الساق على القمح المتسبب عن الفطر Puccinia graminis **f. sp.** tritici (يمين) والأبواغ اليوريدينية للفطر (يسار)

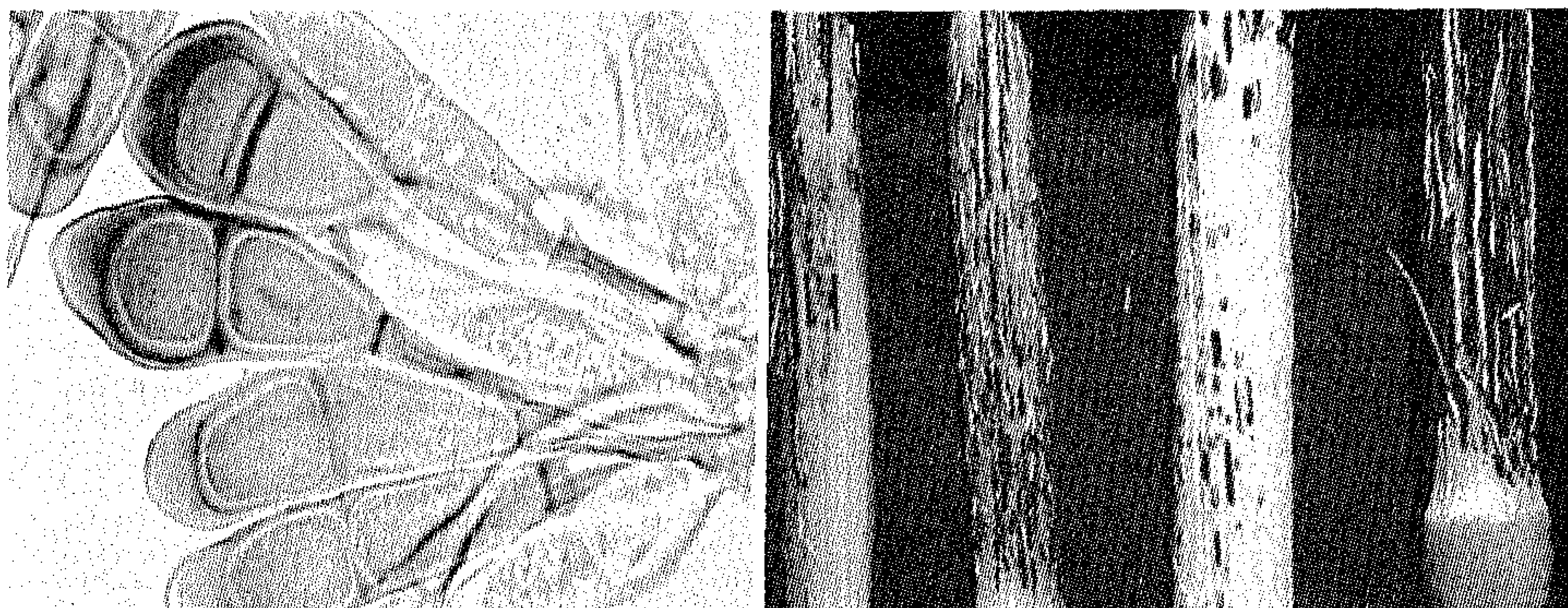
عن: **(Schumann & Leonard،2005)**



شكل **11.2**: صورة بالمجهر الألكتروني الماسح ليوريدة مفردة للفطر P. recondita (يمين) وهي مماثلة لنظيرتها في الفطر P.graminis f.sp.tritici (يسار)

عن: **(Schumann & Leonard،2005)**

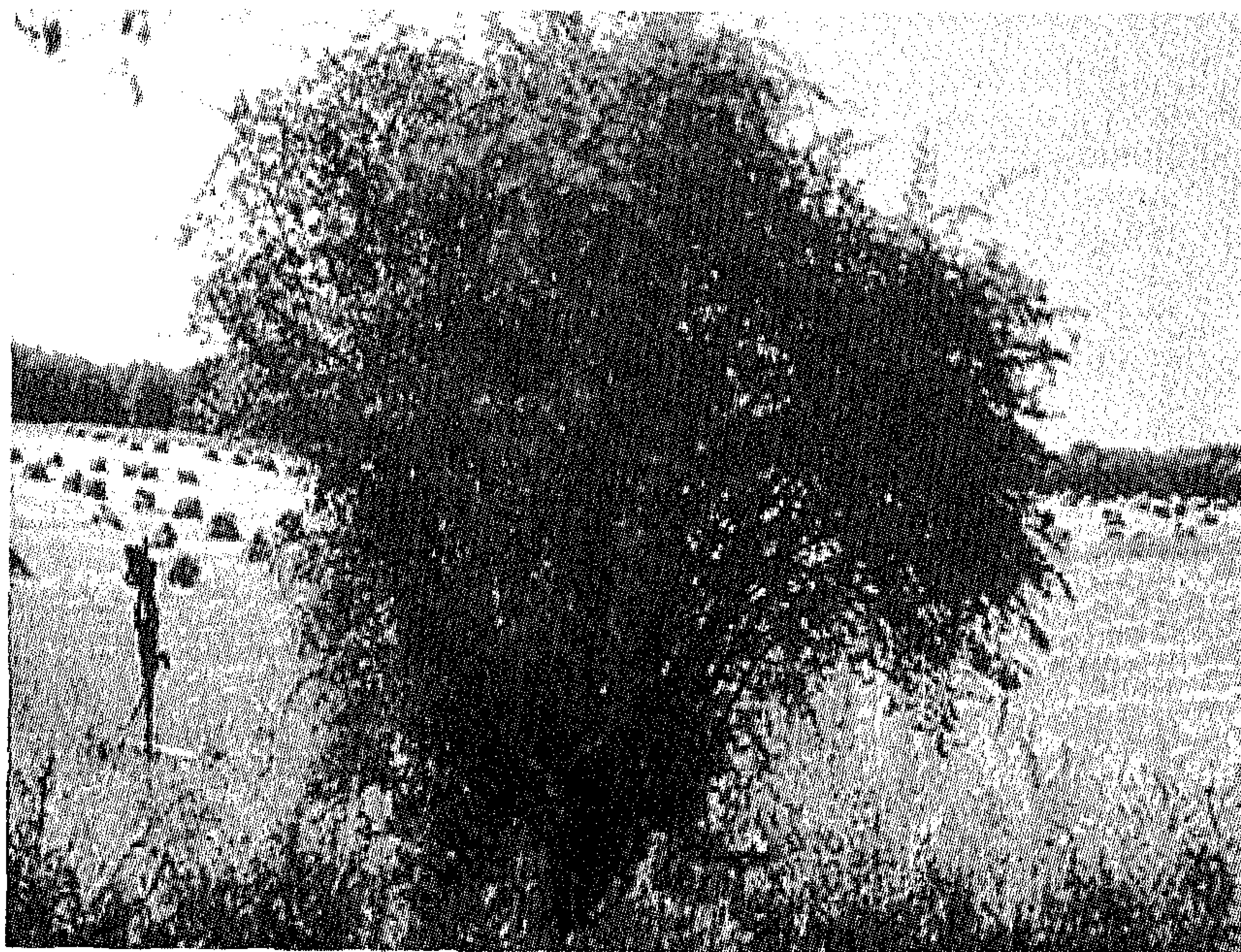
(Courtesy M.F. Brown and H.G. Brotzman)



شكل **11.3**: تيلات على ساق القمح (يمين) والأبواغ التيلية (يسار) للفطر

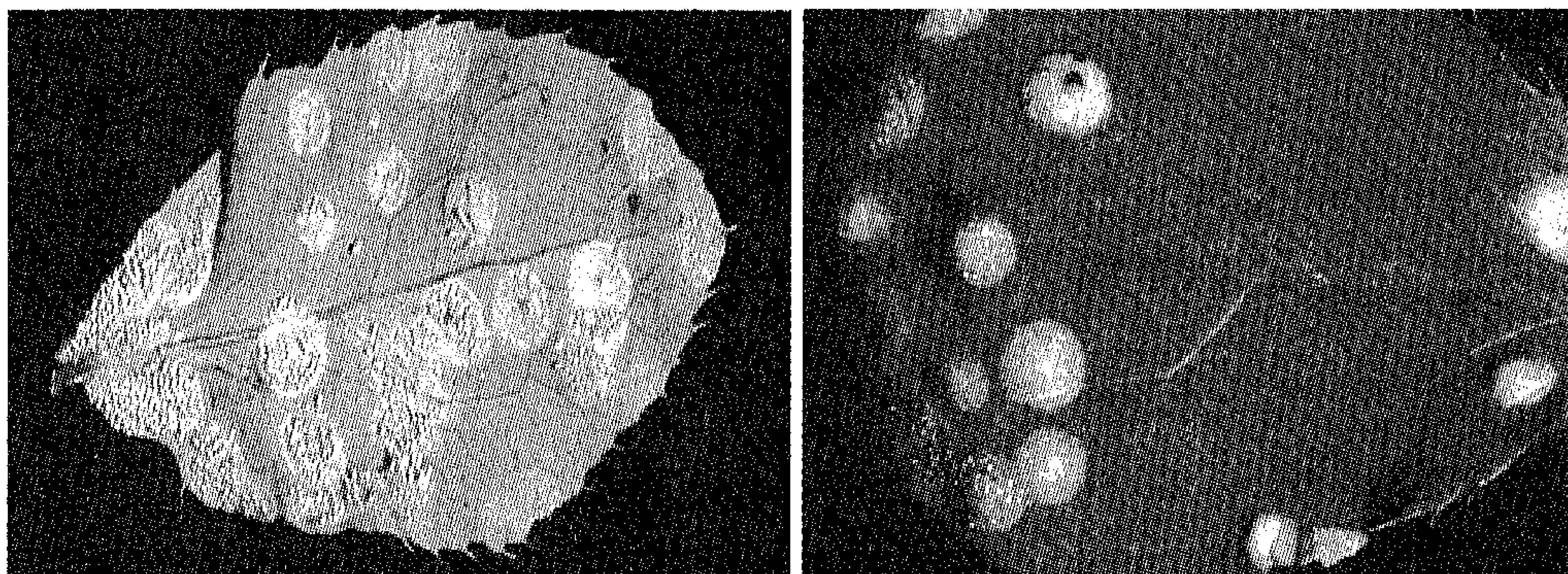
P.graminis f. sp. tritici

عن: **(Schumann & Leonard،2005)**



شكل **11.4**.: شجيرة الباربري(Berberis vulgaris)

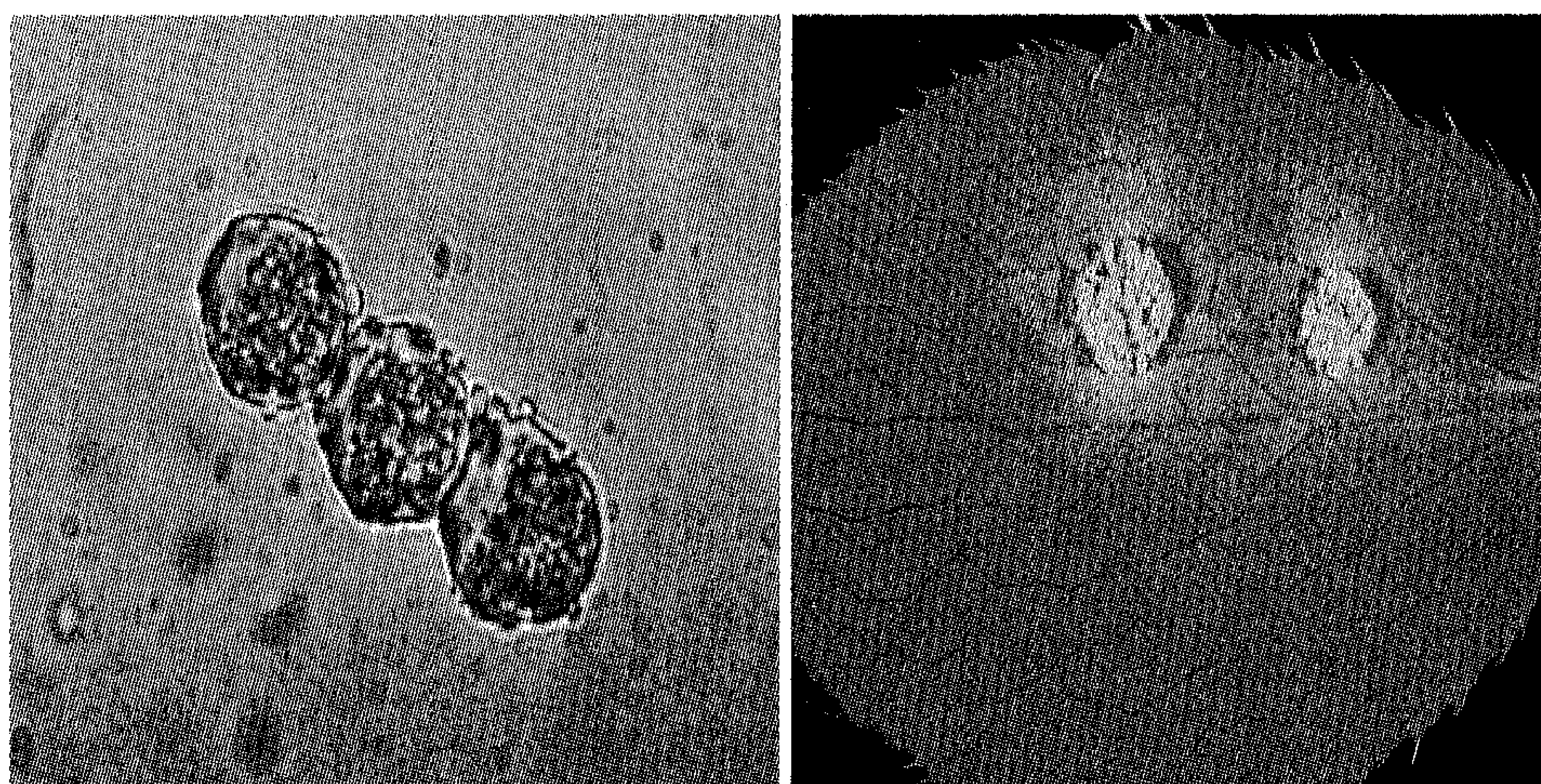
عن: **(Schumann & Leonard،2005)**



شكل 11.5.: البكنيا مع الندوة العسلية على ورقة الباربري (يمين) والكؤوس الإيشية (يسار)

عن: (Schumann & Leonard،2005)

(Courtesy D.L. Long، copyright-free)



شكل 11.6: إيشات وأبواغ إيشية على ورقة الباربري (يمين) والأبواغ الإيشية تتكون في سلاسل (يسار)

عن: (Schumann & Leonard،2005)

(Courtesy D.L. Long، copyright-free) و (Courtesy B. Steffenson)

الفطر الممرض (Pathogen): *Puccinia graminis f.sp. tritici*

الفطر مجبر التطفل لاينمو إلا على النباتات الحية بينما تتمكن أبواغه التيلية من البقاء حية خارج عوائلها تحت ظروف الحقل لبضعة شهور. إن هذا الفطر متباين العائل (Heteroecious) أي انه يحتاج لوجود نوعين مختلفين من النباتات العائلة احدهما القمح والأخر نبات الباربري من اجل إكمال دورة حياته. يكوّن الفطر *P. graminis* الأنواع الخمسة من الأبواغ: الأبواغ البازيدية (Basidiospores) والأبواغ البكنية Pycniospores (البذيرات Spermatia) والأبواغ الإيشية (Aeciospores) والأبواغ اليوريدينية (Urediniospores) والأبواغ التيلية (Teliospores) أي انه طويل الدورة (Macrocyclic). كما ان هذا الفطر يظهر تخصصا عاليا على العوائل النباتية التي يصيبها حيث يظهر أشكال خاصة وسلالات وطرز بيولوجية وضروب مختلفة.

تطور المرض (Development of Disease)

يختلف اللقاح الأولي الذي يسبب الإصابات الأولية على القمح حسب منطقة زراعة القمح. ففي المناطق الحارة يزرع القمح الخريفي في نهاية الخريف ويحصد في الصيف، وهنا يتمثل اللقاح الأولي بالأبواغ اليوريدينية التي تتكون على نباتات القمح العرضية النامية في الحقل او المناطق القريبة والتي تصاب في نهاية الموسم وتكون بمثابة جسر لعبور لقاح الفطر من موسم الصيف الى القمح المزروع في الخريف. اما في المناطق المعتدلةوالباردة فإن القمح يزرع في الخريف (قمح شتوي) او في الربيع (قمح ربيعي) حسب برودة الشتاء. وهنا يمكن ان يكون اللقاح الأولي الذي يحدث الإصابة الأولية أبواغ أيشية من نباتات الباربري أو أبواغ يوريدينية من نباتات قمح مصابة من مناطق بعيدة ذات شتاء معتدل. وهكذا يكون نبات الباربري مصدرا ثابتا للإصابة الأولية في المناطق المعتدلة او الباردة عند وجوده قريبا من حقول القمح (شكل11.7)(Schumann & Leonard،2005).

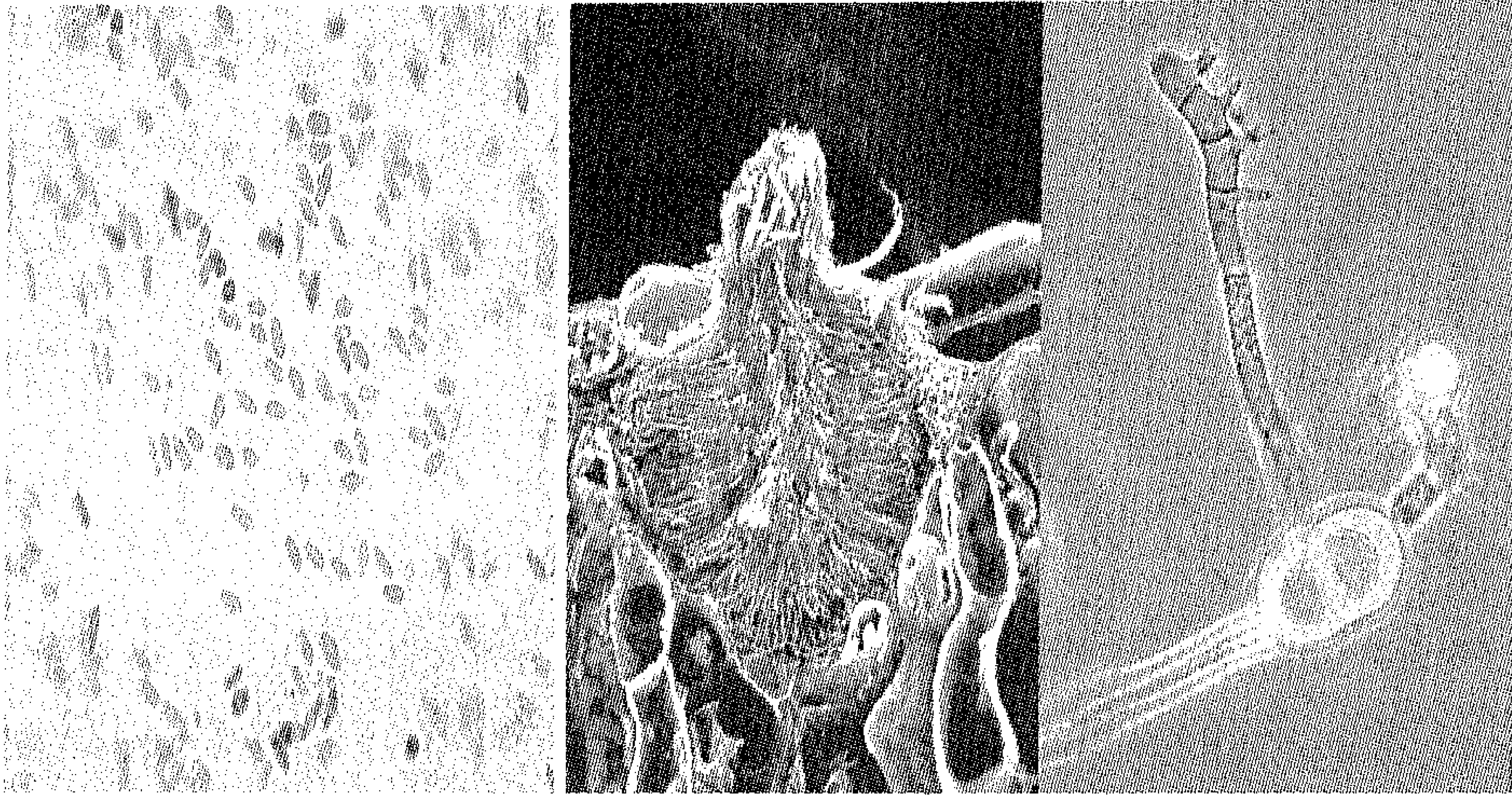


شكل 11.7: إنتقال الإصابة بمرض صدأ الساق من نبات الباربري(الشجيرة) الى عموم حقل القمح

عن: (Schumann & Leonard،2005)

(Courtesy Cereal Disease Laboratory Archives، copyright-free)

يشتي الفطر *Puccinia graminis* بهيئة أبواغ تيلية ثنائية النواة أحادية المجموعة الكروموسومية والتي تتكون في نهاية موسم النمو على نباتات القمح. يحصل الإتحاد البلازمي والنووي داخل البوغ التيلي الذي ينبت في الربيع وتعطي كل خلية فيه إنبوب إنبات محدود النمو يحصل فيه الإنقسام الإختزالي ويكوّن ذنيبات تحمل أبواغ بازيدية أحادية الخلية، أحادية المجموعة الكروموسومية، رقيقة الجدار شفافة (شكل11.8). تنبت هذه الأبواغ حيث تكوّن غزل فطري أحادي المجموعة الكروموسومية يصيب أوراق العائل المناوب الذي هو في هذه الحالة نبات الباربري. ومن الغزل الفطري تنشأ على السطوح العليا للأوراق عادة البكنيات (أو السبيرموكونات). تحتوي هذه التراكيب الدورقية الشكل على خيوط إستقبال أنثوية وأبواغ بكنية او بذيرات تمثل الخلايا الذكرية (شكل11.8).



شكل 11.8: الأبواغ البازيدية على بوغ تيلي نابت(يمين) وصورة بالمجهر ألإلكتروني لمقطع عرضي في السبيرماكونة(وسط) وبذيرات مصبوغة (يسار) نابت للفطر Puccinia pampeana مماثل لما يكونه الفطر P. graminis

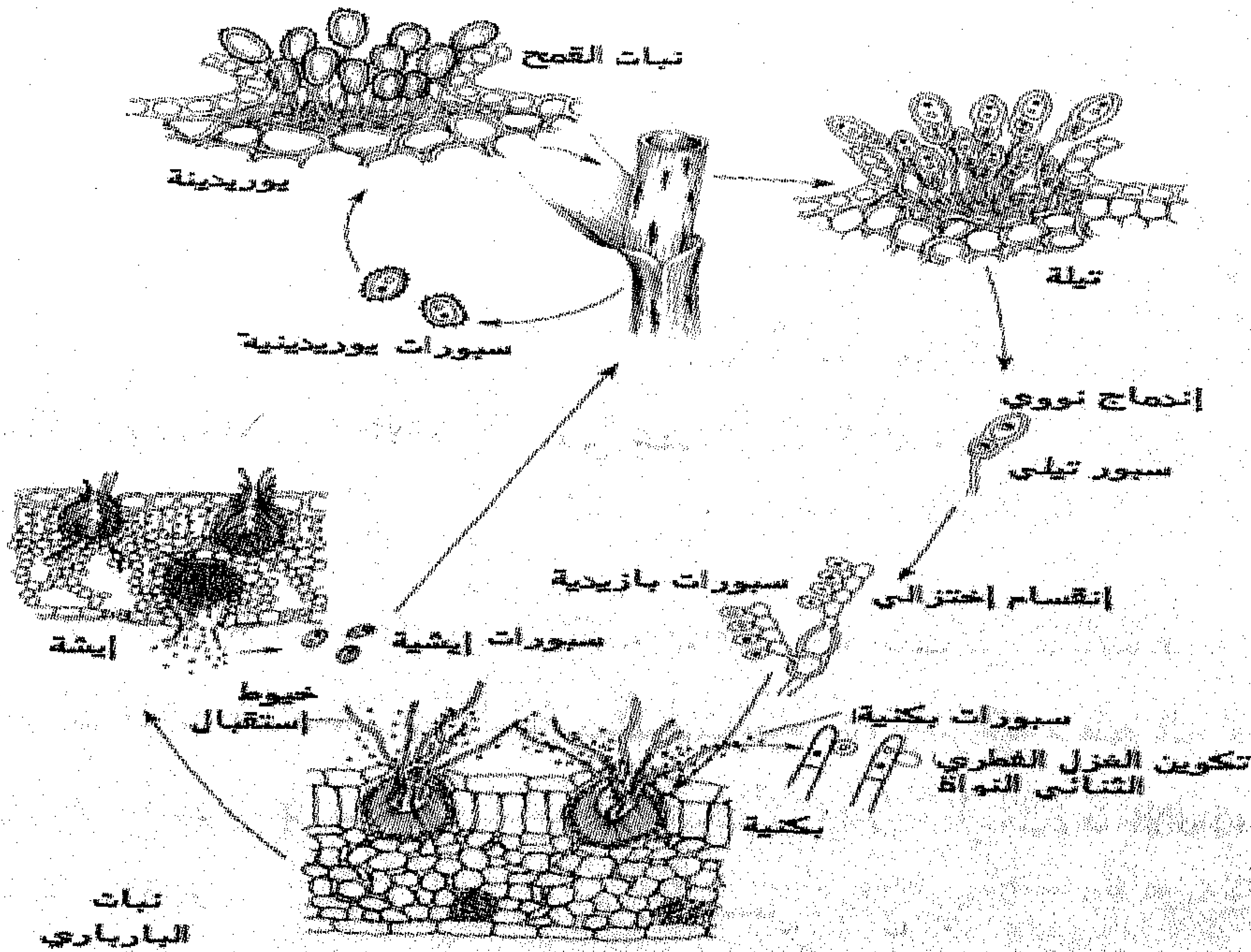
عن: (Schumann & Leonard،2005)

تخرج البذيرات مع ندوة عسلية تجتذب الحشرات وهو تكيف للفطر يضمن التلقيح العرضي من خلال تنقل الحشرات بين السبيرموكونات المختلفة كما ان رشاش المطر يمكن ان يسهم في إنتشار هذه البذيرات. عند نجاح التلقيح تخصب خيوط الإستقبال بالبذيرات المتوافقة ويحصل إندماج بلازمي دون حصول إندماج نووي. تبدأ النواتان بالإنقسام المترادف وهكذا تنشأ حالة الغزل الفطري الثنائي النواة والتي تسود دورة حياة الفطر. يستمر نمو الغزل الفطري الثنائي النواة لبضعة ايام متجها الى عمق الأنسجة ناميا بصورة بينية ومحفزا الخلايا المجاورة على التوسع ومؤديا الى حصول أعراض التضخم في الأوراق المصابة في مناطق الإصابة. بعدها تتكون الإيشات التي تخرج من السطوح السفلى لأوراق نبات الباربري والتي تخرج الأبواغ الإيشية. البوغ الأيشي يحتوي على نواتين من طرازين تزاوجيين مختلفين. هذه الأبواغ لاتصيب نبات الباربري لكنها تصيب نباتات القمح او عوائل *P. graminis* الأخرى. إن نبات باربري واحد يمكن ان ينتج 64 مليار بوغ إيشي. ينبت البوغ الإيشي على ورقة نبات القمح ويخترق إنبوب

الإنبات الورقة من خلال الثغور مكونا غزلا فطريا ثنائي النواة. خلال 7 الى 14 يوما يكوّن كل غزل فطري يوريدة تمتليء بالأبواغ اليوريدينية والتي تضغط على نسيج البشرة مؤدية الى تمزقه وخروج حوامل بوغية تحمل الأبواغ اليوريدينية مكونة ما يعرف بالبثرة اليوريدينية. اليوريدة الواحدة يمكن أن تكوّن 100 ألف بوغ يوريديني. إن إسم المرض يرجع الى لون هذه الأبواغ البرتقالية المحمرة التي توحي بلون الصدأ. وحيث ان هذه الأبواغ سهلة التطاير فهي تحمل بواسطة تيارات الهواء والرياح لمسافات طويلة تصل الى مئات الكيلومترات. إن هذه الأبواغ هي الوحيدة من بين انواع الأبواغ التي يكونها الفطر والتي لها القدرة على إصابة النباتات من النوع نفسه الذي تكونت عليه. وعند توفر قطرات الندى او غشاء مائي او رطوبة نسبية بدرجة الأشباع تنبت هذه الأبواغ وتخترق الورقة من خلال الثغور. وعموما تحتاج جميع أبواغ فطريات الصدأ الى فترة بلل من 6 الى 8 ساعات(Watkins،2005). وهكذا تلعب هذه الأبواغ دور اللقاح الثانوي والذي يتكرر عدة مرات خلال موسم النمو ليحدث إصابات ثانوية وتحت الظروف الملائمة يمكن ان تسبب أوبئة خطيرة. قرب نهاية موسم النمو تتكون الأبواغ التيلية في تيلات تنشأ محل اليوريدات او بجنبها. تعمل الأبواغ التيلية على تطوير النوع من خلال الإتحاد النووي والإنقسام الإختزالي الذي يحصل فيها، كما انها تعمل على تخطي الفطر للظروف غير الملائمة من خلال إمتلاكها لجدران سميكة وصبغة الميلانين.

إن الإصابات الناتجة من الأبواغ الإيشية القادمة من نباتات الباربري تنتشر بشكل يشبه المروحة يكون نبات الباربري على قمتها بينما الإصابات الناتجة عن لقاح قادم من الخارج فيكون توزعها منتظما في الحقل وتلعب الأمطار دورا في سقوط الأبواغ على الأوراق. وإذا ظهر المرض بشكل بؤر معزولة ضمن الحقل فهذا يشير الى أن مصدر اللقاح ربما يكون غزل فطري او يوريدات مشتية في الحقل. وفي هذه الحالة تكون الإصابة شديدة على الأوراق السفلية وخفيفة على الأوراق العلوية الحديثة. إن عدم وجود نباتات الباربري والعوائل المتبادلة الأخرى يجعل الأبواغ اليوريدينية هي اللقاح الوحيد للفطر.

تتاثر النباتات المصابة بهذا المرض من خلال فقدان المواد الغذائية التي يستغلها الفطر لنموه وتكوين أبواغه والتغيرات الفسلجية التي تحدثها الإصابة بما يضر بفسلجة النبات الطبيعية. فتحطيم الكثير من الخلايا القادرة على التركيب الضوئي وتاثر الخلايا الباقية الأخرى بأيضات الفطر التي ينتجها عرضيا يؤثر مباشرة على معدل التركيب الضوئي للنبات المصاب. كما يؤثر الفطر على عمل الجذر وإمتصاص الماء والعناصر المعدنية. وتمزق نسيج البشرة في الكثير من المواضع يشوش سيطرة النبات على فقدان الماء وإصابة الساق تؤدي الى إضعافه أو تكسره وإضطجاع النبات. وتحفز الإصابة نضج النبات قبل الأوان مما يؤثر على نوعية وكمية الحبوب المتكونة وبالتالي ناتج النبات(Schumann & Leonard،2005). في الشكل 11.9 مخطط لدورة مرض صدأ الساق.



شكل 11.9: دورة مرض صدأ الساق المتسبب عن الفطر Puccinia graminis f. sp. tritici

عن: (Schumann & Leonard،2005)

السيطرة على المرض (Control)

1. الطرق الزراعية: وتتضمن التسميد المتوازن وعدم الأكثار من التسميد النتروجيني وتجنب الري المتاخر لعدم فسح المجال امام نمو نباتات قمح عرضية. إستخدام اصناف القمح المبكرة النضج لتقليل فترة التعرض للإصابة.

2. إزالة اشجار الباربري والأدغال التي يمكن ان تكون مصدرا للإصابة.

3. إستخدام الأصناف المقاومة: وهي الطريقة الأكثر امانا وفاعلية لكنها تتطلب البحث المستمر لمعرفة سلالات المرض السائدة والموجودة في المنطقة والمناطق المجاورة. ويتطلب الأمر إستمرار برامج تربية وتحسين النبات وادخال جينات المقاومة للتغلب على جينات الضراوة التي يكتسبها الممرض عن طريق الطفرات في حال غياب العوائل المناوبة التي تمكن من إحداث التكاثر الجنسي الذي هو مصدر رئيس للتغاير في الفطر (Deacon،2005).

4. المكافحة الكيميائية: ثمة عدد من المبيدات الفطرية المثبطة للأركسترول فعالة في مكافحة المرض. أن إستخدام المبيدات التلامسية مثل Zineb وMancozeb كذلك المبيدات الجهازية مثل Triadimefon وFenapanil وTriarimol تعطي نتائج جيدة في مكافحة المرض(Agrios،1997).

5. إستخدام تقنيات الهندسة الوراثية من اجل الحصول على نباتات قمح ذات إختلافات مظهرية تشوش على الممرض الذي يتلمس طوبوغرافية سطح الورقة من أجل الإصابة، وغير ذلك من الصفات التي تسهم في مقاومة النبات(Schumann & Leonard،2005).

مرض صدأ الأوراق على القمح

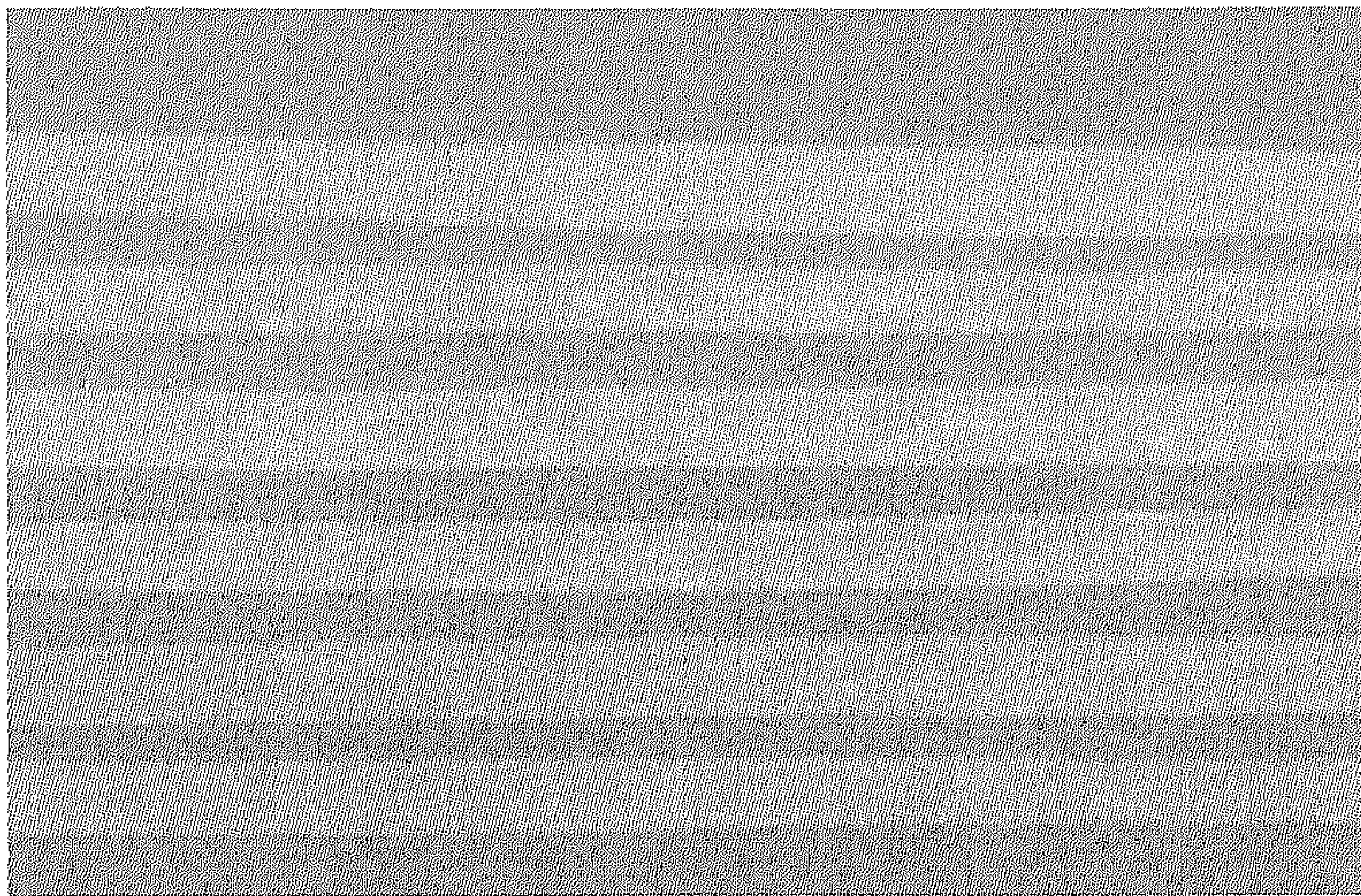
Leaf Rust of Wheat

يعتبر مرض الصدأ الأكثر شيوعا على القمح على نطاق العالم فهو أوسع إنتشارا من صدأ الساق المتسبب عن الفطر *P. graminis* f. sp. *tritici* والصدأ المخطط المتسبب عن الفطر *P. striiformis* f. sp. *tritici*. يعتقد أن المرض نشأ في منطقة الهلال الخصيب في الشرق الأوسط حيث يتوفر العائل الأول (القمح) والعوائل المناوبة (*Thalictrum speciosissimum* أو *Isopyrum fumaroides*). إنتقل الى قارة أمريكا الشمالية في القرن السابع عشر. ومع أنه لا يؤثر على نوعية الحبوب كما في صدأ الساق أو لفحة السنابل الفيوزارمي إلا أنه يسبب خسائر سنوية في إنتاج القمح بنسبة 14 ٪ في ولاية كنساس وهي أكبر ولاية منتجة للقمح في أمريكا ويخفض الإنتاج في مناطق العالم الأخرى. ففي وباء سنة 1992 في استراليا سبب المرض خسائر بنسبة 37 ٪ وفي مصر سبب سنة 1980 خسائر في إنتاج القمح بلغت 50 ٪، وفي بعض مناطق إيران سبب المرض سنة 1993 خسائر في المحصول بلغت 1.5 مليون طن. يسبب المرض ضرره الإقتصادي نتيجة تخفيض عدد الحبوب في السنبلة ووزن الحبوب(Bolton *et al.*،2008 ; Elyasi–Gomari،2010).

أعراض المرض (Symptoms)

على النباتات التامة الحساسية للمرض، البثور اليوريدينية تكون كبيرة دون تسبيب نخر أو إصفرار في أنسجة الورقة. اما على الأصناف المقاومة فتتراوح البثور اليوريدينية بين بقع صغيرة ناتجة عن الحساسية المفرطة الى البثور الصغيرة الى المتوسطة التي يمكن أن تكون محاطة بمناطق إصفرار و/ أو نخر (شكل11.10).

يتميز المرض من خلال الطور اليوريديني، البثور اليوريدينة مرتفعة، مدورة الى بيضوية، بقطر 1.5 ملم، برتقالية الى بنية تكون مبعثرة على سطحي الورقة للعائل الأول.



شكل **11.10**: أنواع إصابات صدأ الأوراق على بادرات القمح. الأوراق السفلية تظهر مقاومة مختلفة تتراوح بين نقاط فرط الحساسية الى بقع يوريدينية صغيرة ومتوسطة محاطة بالإصفرار والنخر. الورقة العليا لصنف تام الحساسية يظهر بثور يوريدينية كبيرة غير محاطة بالإصفرار والنخر
عن: (**Bolton** et al.،**2008**)

الفطر الممرض (Pathogen): ***Puccinia triticina***

من فطريات الصدأ الطويلة الدورة (Macrocyclic) حيث يكوّن 5 أطوار بوغية ومتباين العائل (Heteroecious) كونه يصيب عائلين مناوبين غير مرتبطين تصنيفيا مع القمح الذي هو العائل الأول.

المدى العوائلي يشمل الطور التيلي/ اليوريديني على العائل الأول وهو القمح الإعتيادي *Triticum aestivum* السداسي التضاعف (6N) والقمح القاسي *T. turgidum* var. *durum* الرباعي التضاعف (N4) وقمح إيمر *T. dicoccon* وقمح إيمر البري *T. dicoccoides* ونبات *Aegilops speltoides* الثنائي التضاعف الموجود في مناطق منعزلة من فلسطين المحتلة ودغل الماعز (*Ae. cylindrica* Goatgras) المنتشر في الجبال الجنوبية من الولايات المتحدة والترتكال X Triticosecale. الطور البكني/ الإيشي يحصل على

العوائل المناوبة (T. flavum glaucum=)

Thalictrum speciosissimum و*Isopyrum fumaroides*. الطور الجنسي للفطر نادرا ما يوجد على نباتات *Thalictrum*spp . في أمريكا الشمالية ووجد على *T. speciosissimum* في جنوب أوربا(Bolton *et al.*،2008). نبات *T. speciosissimum* متوطن في إسبانيا والبرتغال. كما وجد الطور البكني على هذا النبات في شمال شرق طاجكستان وعلى نباتات *Isopyrum fumaroides* في سيبيريا(Kolmer & Ordoñez،2007). الأبوغ اليوريدينية شبه كروية، برتقالية – بنية قطرها حوالي 20 مك، لها ثقوب إنبات عددها يصل الى 8 مبعثرة على جدارها المشوك. الأبواغ التيلية وهي ثنائية الخلية، بنية سوداء، سميكة الجدار، ملساء، قطرها 16 مك. البوغ البازيدي احادي الخلية، ثنائي النواة قطره 6 مك. الأبواغ البكنية (Pycniospores) احادية الخلية، أحادية التضاعف، قطرها 2 – 3 مك. الأبواغ الإيشية (Aeciospores) أحادية الخلية، ثنائية النواة قطرها 20 مك(Bolton *et al.*،2008).

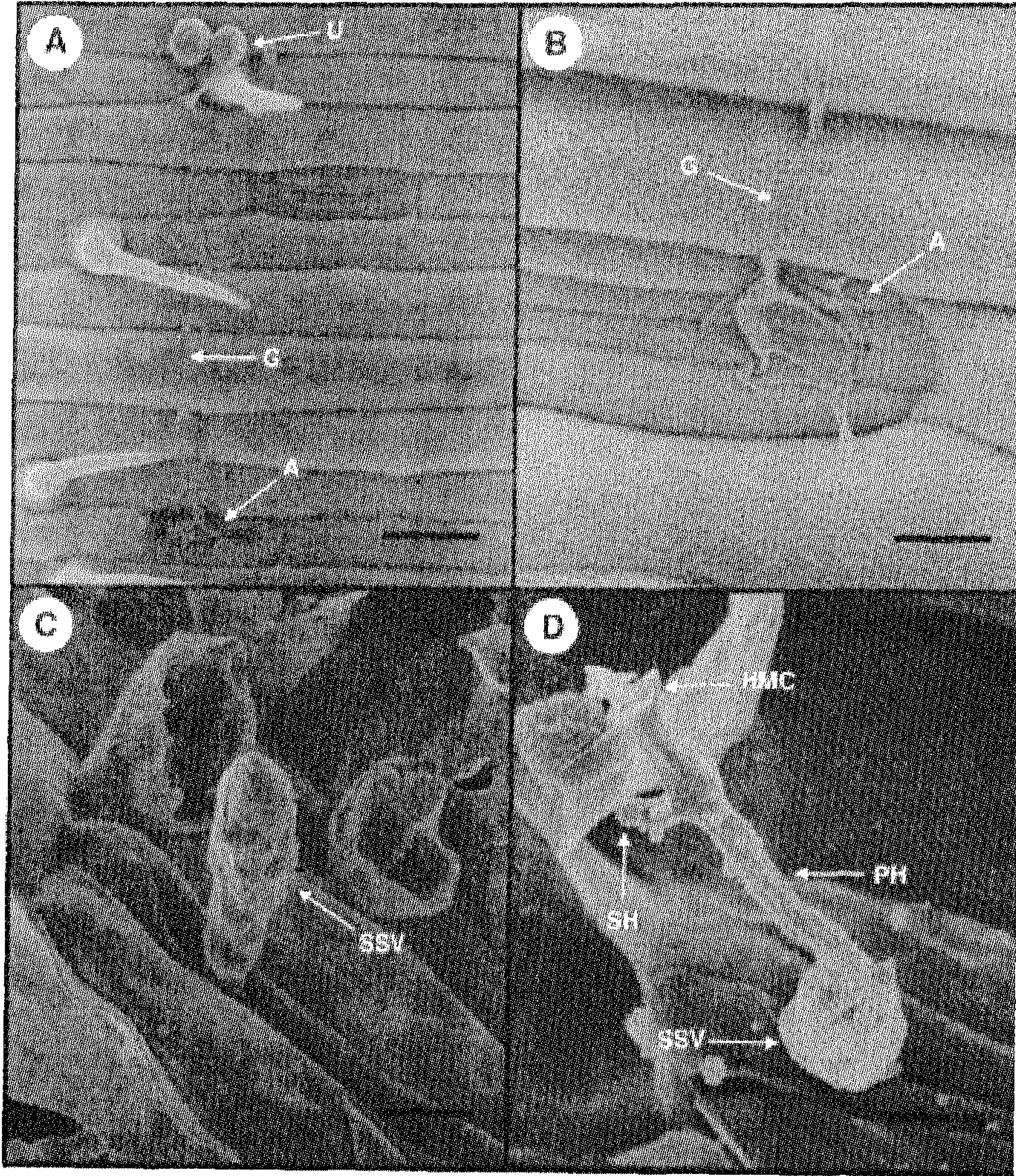
يتميز الفطر *P. triticina* بمستويات عالية من تغاير الضراوة وقدرة واسعة على التكيف على الظروف البيئية غير الملائمة(Bolton *et al.*،2008). كل 1 ٪ زيادة في شدة الإصابة بمرض صدأ الأوراق تسبب تخفيض في الإنتاج يساوي 40.07 كغم / هكتار وفي وزن الألف حبة يساوي 0.13 غم(Leonard *et al.*،2005). في المقابل، تمتلك أصناف القمح جينات مقاومة لصدأ الأوراق تسمى جينات Lr (من Leaf rust) وهي خصوصية السلالة وتعمل بطريقة جين الى جين.

تحديد سلالات المرض *P. triticina* في البلد أو الإقليم ضرورية من أجل إجراء برامج التربية والتحسين أو زراعة الأصناف. التحديد الأولي لسلالات المرض أو طرزه الأمراضية يتم من خلال إستخدام المجموعة التفريقية (Differential Set) العالمية القياسية والتي تتألف من 8 أصناف من القمح كل منها يضم واحد أو إثنان من جينات المقاومة وهي Malakof (*Lr1*) و Webster (*Lr2a*) وCarina (*Lr2b*،*LrB*) وLoros (*Lr2c*) وBrevit (*Lr2c*، *LrB*) وHussar (*Lr11*) وDemocrat (*Lr3*) و

Mediterranean (*Lr3*)(Elyasi-Gomari،2010. كما تستخدم للغرض نفسه الخطوط الوراثية النقية للقمح صنف Thatcher: *Lr1* (isogenic line no. RL6003)، *Lr2a* (RL6000)، *Lr2c*(RL6047)، *Lr3* (RL6002)، *Lr3ka* (RL6007)، *Lr3bg* (RL6042)، *Lr9*(RL6010)، *Lr10*(RL6004)، *Lr11*(RL6053)، *Lr14a*(RL6013)، *Lr14b* (RL6006)، *Lr16* (RL6005)، *Lr17a* (RL6008)، *Lr18*(RL6009)، *Lr20* ((RL6092)، *Lr24*(RL6064)، *Lr26*(RL6078)، *Lr28*(RL6079)، *Lr30*(RL6049 و*LrB*(RL6047) (Kolmer & Ordoñez،2007).

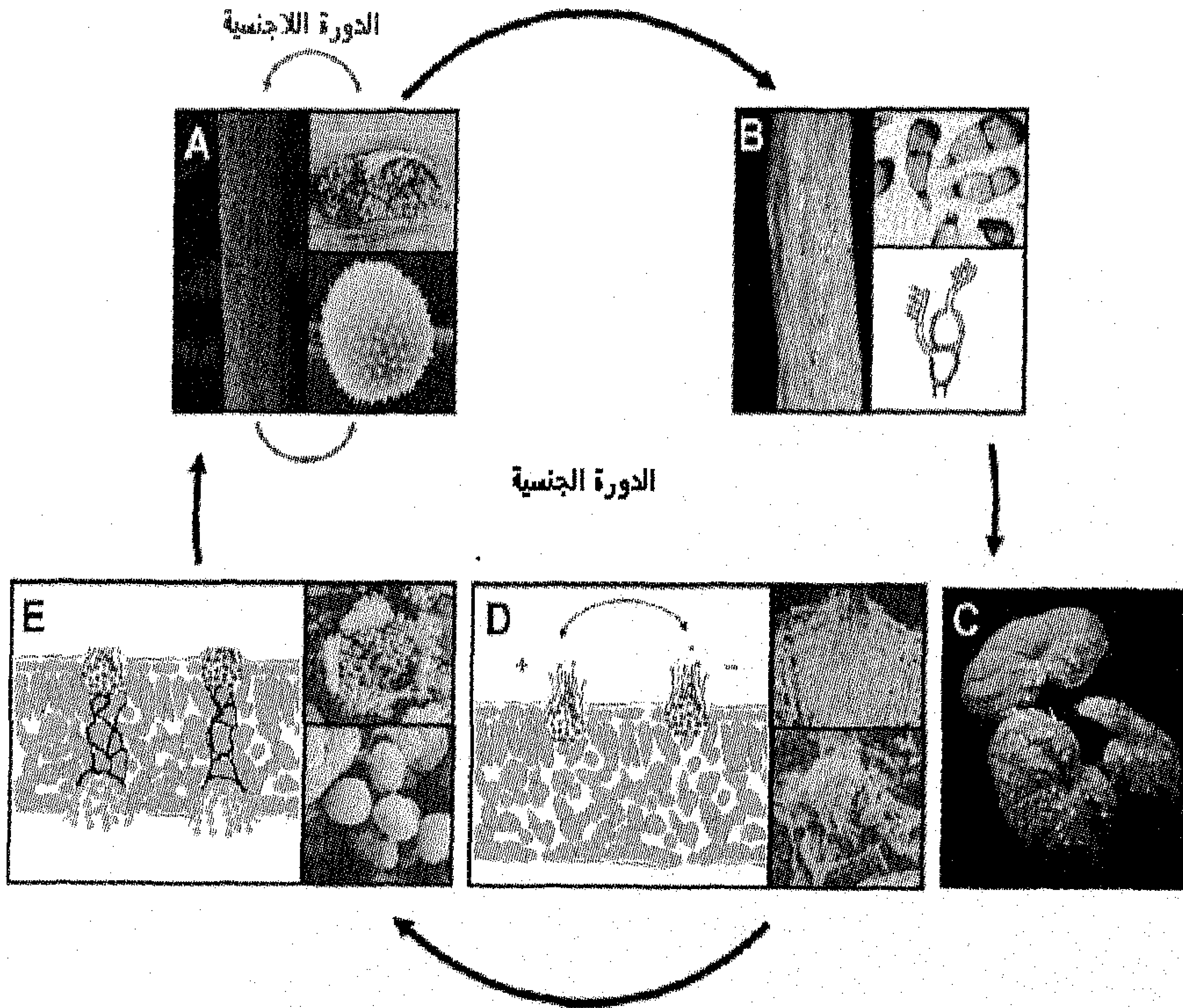
تطور المرض (Development of Disease)

تصل الابواغ اليوريدينية الثنائية النواة الى السطوح العلوية أو السفلية لأوراق القمح بواسطة الرياح وتنبت بتكوين إنبوب إنبات خلال 4 – 8 ساعات في درجة حرارة 20 مْ بوجود غشاء مائي ورطوبة نسبية 100 ٪. يمكن أن تحتفظ الأبواغ بحيويتها لمدة 3 ايام بغياب ماء الندى. كما في الفطر *Puccinia graminis* يحصل إستقطاب تضاريسي (Thigmotropism) لحركة إنبوب الإنبات حيث يسير على سطح الورقة بصورة عمودية على المحور الطولي لخلايا البشرة وهو اقصر الطرق لمصادفة الثغور. لا تتمكن أنابيب الإنبات من العثور على الثغور على السطوح الإصطناعية المشابهة ولا على النباتات غير العائلة. يستمر نمو خيط الإنبات لحين إستنفاذ المخزون الغذائي أو العثور على الثغر. في الشكل 11.11 بعض تفاصيل عملية بدء الإصابة. تحصل الإصابة على أوراق القمح في درجة حرارة 10 – 25 مْ. مع نضج النبات وإستكمال الإصابة اليوريدينية تتكون داخل اليوريدينات الأبواغ التيلية السميكة الجدران. هذه المواصفات تمكن البوغ التيلي من مقاومة ظروف الجفاف والحرارة العالية في أجواء البحر المتوسط خلال الصيف. تصيب الأبواغ التيلية العائل المناوب خلال الخريف. خلال التكشف المبكر للبوغ التيلي، تندمج النواتين لتكوّن نواة ثنائية التضاعف. عند توفر الظروف الملائمة ينبت البوغ التيلي حيث تكوّن أحدى خليتيه او كلتيهما بروز خيطي يسمى الغزل الفطري الأول (Promycelium).



شكل 11.11: تراكيب الإصابة للفطر Puccinia triticina على ورقة القمح. (A) الأبواغ اليوريدينية (U)، إنبوب الإنبات (G) تكون العضو اللاصق (A) على الثغر. الخط = 40 مك. (B) تنتقل محتويات العضو اللاصق الى داخل الحوصلة تحت الثغرية (SSV). الخط = 12 مك. (C) داخل لورقة تظهر SSV حيث تتموضع عموديا على سطح الورقة. الخط = 10 مك. (D) تكون SSV خيط إصابة أولي (PH) وخلية ممص أمية (HMC). تكون HMC ممص (غير معروض) داخل خلية النسيج الوسطي. يمكن أن يتكون ممص ثانوي (SH) قرب HMC. الخط = 7 مك.
عن: (Bolton et al.، 2008)

تنقسم النوى الثنائية التضاعف إنقساما إختزاليا لتكون كل واحدة 4 نوى أحادية التضاعف تنتقل الى الغزل الفطري الأول الذي يتقسم بحواجز عرضية الى 4 خلايا كل خلية تستلم نواة واحدة. يتكون على الجدار القمي لكل خلية ذنيب (Sterigma) ينمو عليه بوغ بازيدي أحادي الخلية حيث تنتقل النوى كل الى أحد الأبواغ البازيدية عبر الذنيبات. تنقسم النواة داخل البوغ البازيدي إنقساما خيطيا وبذلك يحتوي البوغ البازيدي الناضج وقطره 6 مك على نواتين متماثلتين أحاديتا التضاعف. خلال ساعات من تكونها تطلق الأبواغ البازيدية من الذنيبات لتنتقل بواسطة تيارات الهواء الى العائل المناوب القريب. يصيب البوغ البازيدي بشرة ورقة النبات العائل إصابة مباشرة وتتكون إثرها البكنيات (Pycnia) الدورقية الشكل والتي تظهر بشكل بثور صفراء برتقالية على سطحي الورقة. البكنية تكوّن أبواغ بكنية (Pycniospores) أحادية التضاعف تعمل كأمشاج ذكرية وخيوط إستقبال (Receptive Hyphae) مرنة تعمل كأمشاج أنثوية. الأبواغ البكنية الناضجة تكون في إفراز رحيقي لجذب الحشرات التي تقوم بنقلها الى خيوط الإستقبال. فالفطر متباين الثالوس وعليه لا تتلقح خيوط الإستقبال بأبواغ ناتجة من الثالوس نفسه. ويمكن أن تنتشر الأبواغ البكنية بواسطة ماء الندى أو رشاش المطر. يؤدي التلقيح الى تكوين غزل فطري ثنائي النواة. ينمو هذا الغزل الفطري خلال الورقة ويكون على السطح السفلي إيشة (Aecium) مقابل البكنية. في الإيشة تتكون الأبواغ الإيشية (Aeciospores) الثنائية النواة في سلاسل وتنتقل بواسطة تيارات الهواء الى سطوح أوراق العائل الأولي (القمح). تصيب الأبواغ الإيشية العائل ليتكون بعد ذلك الطور اليوريديني. تعمل الأبواغ اليوريدينية على إحداث إصابات ثانوية متككرة حيث تقوم بنشر المرض وربما إحداث الوباء. الفطر يمكن أن يتخطى الظروف غير الملائمة خلال الشتاء على القمح الشتوي بتكوين أبواغ يوريدينية أو بشكل غزل فطري داخل انسجة النبات. في الشكل 11.12 دورة المرض للفطر *Puccinia graminis*.



شكل 23.12: دورة المرض للفطر Puccinia triticina. (A تكوّن اليوريدينات على الورقة والتي تنشأ نتيجة الإصابة بالأبواغ الإيشية أو اليوريدينية. الطور اليوريديني اللاجنسي يمكن أن يتكرر خلال موسم النمو. الصورة المحشورة العليا ليوريدينة x 100 والسفلى للبوغ اليوريديني B). 3000 x) التيلات التي تتكون قرب نهاية موسم النمو. الصورة المحشورة العليا للأبواغ التيلية والسفلى للبوغ التيلي النابت وهو يحمل الأبواغ البازيدية. (C)الطور البكني الناتج عن الإصابة بالأبواغ البازيدية على اوراق نبات Thalictrum. (D)رسم تخطيطي لمقطع عرضي في البكنية على ورقة نبات Thalictrum. الصورة المحشورة العليا للبكنية x 400 والصورة المحشورة السفلى للأبواغ البكنية وخيوط الإستقبال x 500. (E)رسم تخطيطي لمقطع عرضي في Thalictrum يظهر البكنية والإيشات. الصورة المحشورة العليا تكوّن الإيشة x 200 والصورة المحشورة السفلى سلاسل الأبواغ الإيشية x 1250

عن: (Bolton et al.، 2008)

ليس للطور الجنسي اهمية كبيرة في نشر الفطر *P. graminis* ولا في ظهور المتغايرات الوراثية علما أن أكثر من 70 طرازا أمراضيا جديدا يكتشف سنويا في الولايات المتحدة(Bolton *et al.*،2008). وبين (Kolmer & Ordoñez،2007) وجود طرز جينية ومظهرية متميزة في مناطق آسيا الوسطى والقوقاز تختلف عن سلالات أمريكا الشمالية. كما شخص (Elyasi–Gomari،2010).

13سلالة جديدة للفطر في منطقة خوزستان جنوب إيران سنة 2009. الطفرات وهي عامل التغاير الرئيس هنا والدورة النظير جنسية ودخول سلالات وطرز جديدة من مسافات شاسعة تبلغ مئات بل آلاف الكيلومترات هي العوامل التي تساعد على التغاير(Kolmer & Ordoñez،2007 ; Park *et al.*،1999).

السيطرة على المرض (Control)

زراعة الأصناف المقاومة.

مرض صدأ البن

Coffee Rust

يعتبر البن من المحاصيل الإقتصادية ذات الأهمية الكبيرة على النطاق العالمي وللبلدان المنتجة له على وجه الخصوص. ويعتبر مرض صدأ البن من اهم الأمراض التي يتعرض لها هذا المحصول. إن أي تخفيض في إنتاج البن أو زيادة كلفة إنتاجه تنعكس سلبا وبدرجة كبيرة على المنتجين والتجار والمؤسسات البنكية في البلدان التي يعتمد إقتصادها على هذا المحصول. يسبب المرض سقوط الأوراق قبل الأوان وبذلك يؤثر مباشرة على التركيب الضوئي للشجرة المصابة مؤديا الى إضعافها. وحيث أن ناتج الشجرة من حبات البن يعتمد على عمل أوراق الموسم السابق فإن إصابة الأوراق بالصدأ ينعكس مباشرة على إنتاج النبات للموسم التالي، وبذلك يمكن أن يقل إنتاج الشجرة المصابة 10 اضعاف عن الموسم السابق وهكذا. كما ان الإصابة الشديدة يمكن ان تحدث موت تراجعي للأفرع او حتى موت النبات بالكامل.

إن الموطن الأصلي لأشجار البن هو أثيوبيا حيث كان يستخدم كغذاء من قبل التجار الذين يستخدمون الجمال في شمال افريقيا وإن إستخدامه كشراب ربما كان كدواء في الطب الشعبي لكن طعمه وتاثيره المنعش جعله شرابا شعبيا.



شكل11.13: اشجار بن فاقدة للأوراق بسبب إصابتها بمرض الصدأ عن: (Arneson،2005)

في سنوات 1500 كانت تنتشر المقاهي في مصر والمناطق العربية وتركيا وتعرف التجار الأوربيون على هذا الشراب واستذوقوه. إهتم الهولنديون بهذا النبات ونقلوا زراعته الى مستعمراتهم في سيلان وسومطرا وجاوا. في بداية القرن السابع عشر إنتشرت المقاهي في المدن الأوربية الكبرى وكان الهولنديون هم المجهزين الرئيسين للبن. ثم إنتشر إستخدام البن وأصبح مشروبا شعبيا. وعندما تخلى الهولنديون عن سيلان للبريطانيين في القرن التاسع عشر، اصبحت سيلان المنتج الأول للبن حيث إستغلوا جميع الأراضي الصالحة للزراعة وحولوا الغابات الى مزارع للبن. ربما يكون هذا سببا مهما في أنتشار المرض وحصول الأوبئة فيما بعد نظرا لعامل الزراعة الأحادية (التماثل الوراثي). في سنة 1867 لاحظ المزارعون السيلانيون " مرضا على اوراق البن " للمرة الأولى. فيما بعد شخصه

M. J. Berkeley على انه مرض الصدأ ويتسبب عن فطر سماه Hemileia لأن أبواغه اليوريدينية نصف مشوكة ونوعه vastatrix بإعتباره مدمرا. أنتشر المرض في عموم سيلان وبعد سنوات قليلة في الهند وسومطرا وجاوا. ومع إنتشار المرض وزيادة شدته أصبحت زراعة البن في هذه المناطق غير مربحة واستعيض عنه بزراعة الشاي. وهكذا إنتقل مركز زراعة البن الى أمريكا واصبحت البرازيل اليوم المركز الرئيس لإنتاج البن. وحيث ان اشجار البن في هذه الدول إنحدرت من صنف حساس للمرض، اصبح المرض موجودا في هذه البلدان ايضا. وهكذا فإن مرض صدأ البن موجود في جميع مناطق زراعته على نطاق العالم(Arneson،2005).

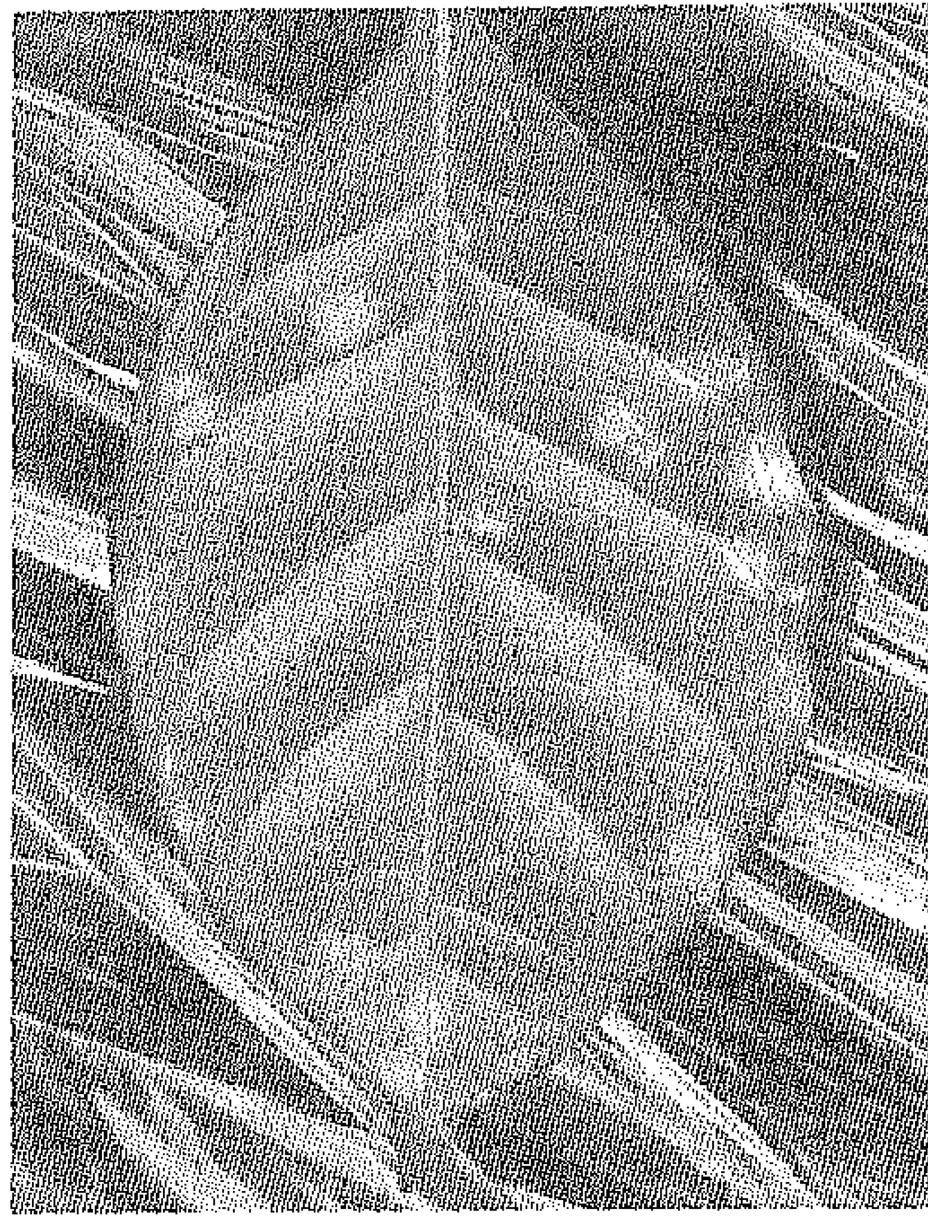
أعراض المرض (Symptoms)

تبدا الأعراض بالظهور على السطح العلوي للأوراق بشكل بقع صفراء شاحبة صغيرة قطرها حوالي 5 ملم خاصة قرب حواف الورقة حيث تتجمع قطرات الندى او المطر (شكل11.14). ومع توسع هذه البقع تتكون كتل من الأبواغ اليوريدينية البرتقالية تخرج من الثغور على السطح السفلي للأوراق (شكل11.15). يمكن ان يختلف لون الأبواغ اليوريدينية من البرتقالي المصفر الى البرتقالي المحمر حسب مناطق إنتشار المرض. في بداية موسم النمو تظهر اولى الإصابات على الأوراق السفلية ثم تصعد الإصابة تدريجيا الى الأوراق العلوية.

تسقط الأوراق المصابة قبل الأوان تاركة مناطق كبيرة من الأفرع عارية منها (شكل11.13 و11.16).

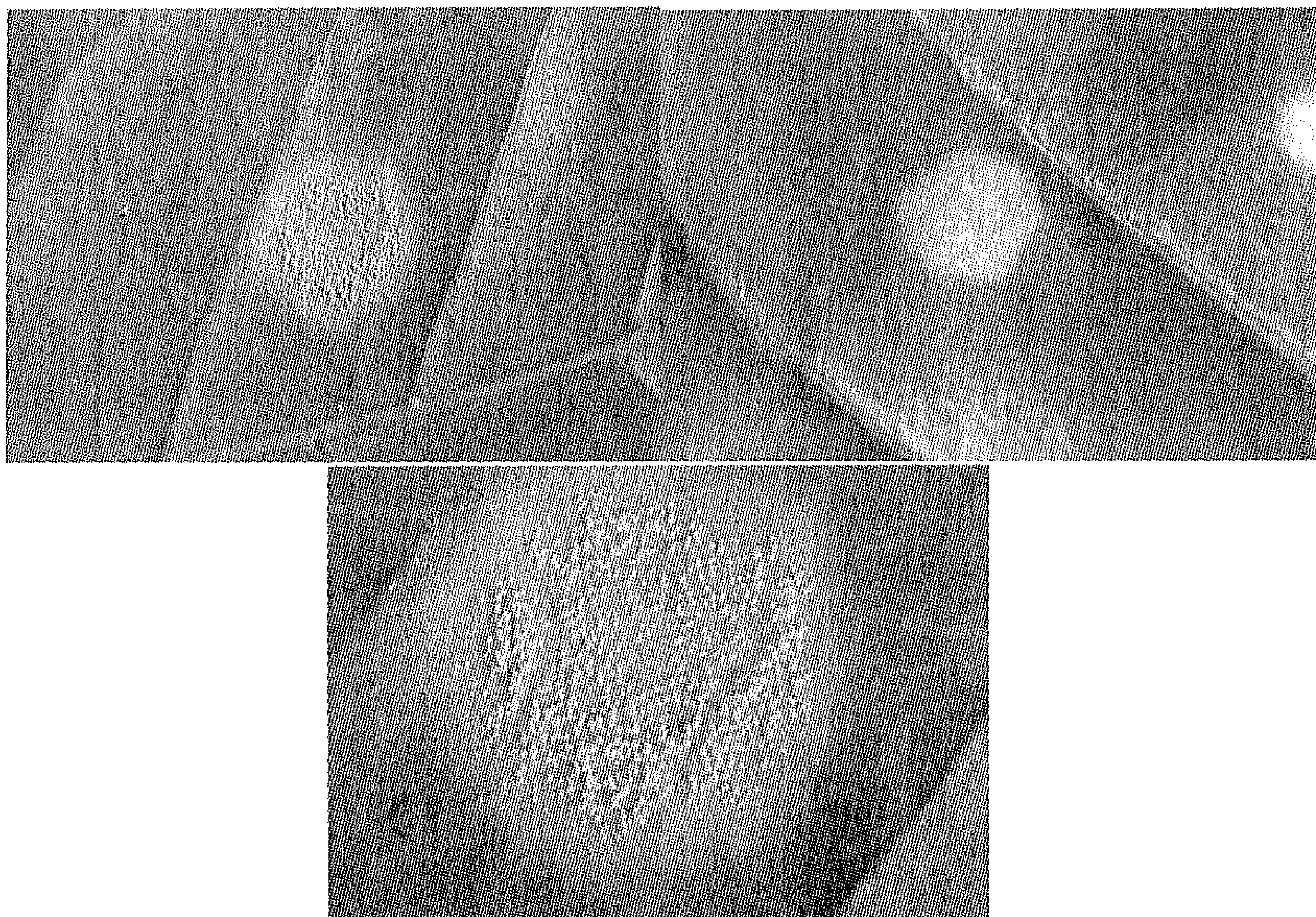
الفطر الممرض (Pathogen) : *Hemileia vastatrix*

ينمو الفطر بشكل غزل فطري احيائي التغذية مابين خلايا نسيج الورقة ويكوّن ممصات بداخلها وينتج الفطر أبواغ يوريدينية لغرض الإنتشار وتحقيق الإصابة (شكل11.17). وهكذا يعتبر هذا الفطر من فطريات الصدأ القصيرة الدورة.



شكل 11.14: تظهر البقع على الورقة خاصة قرب الحواف ونهاية الورقة

عن: (Arneson،2005)

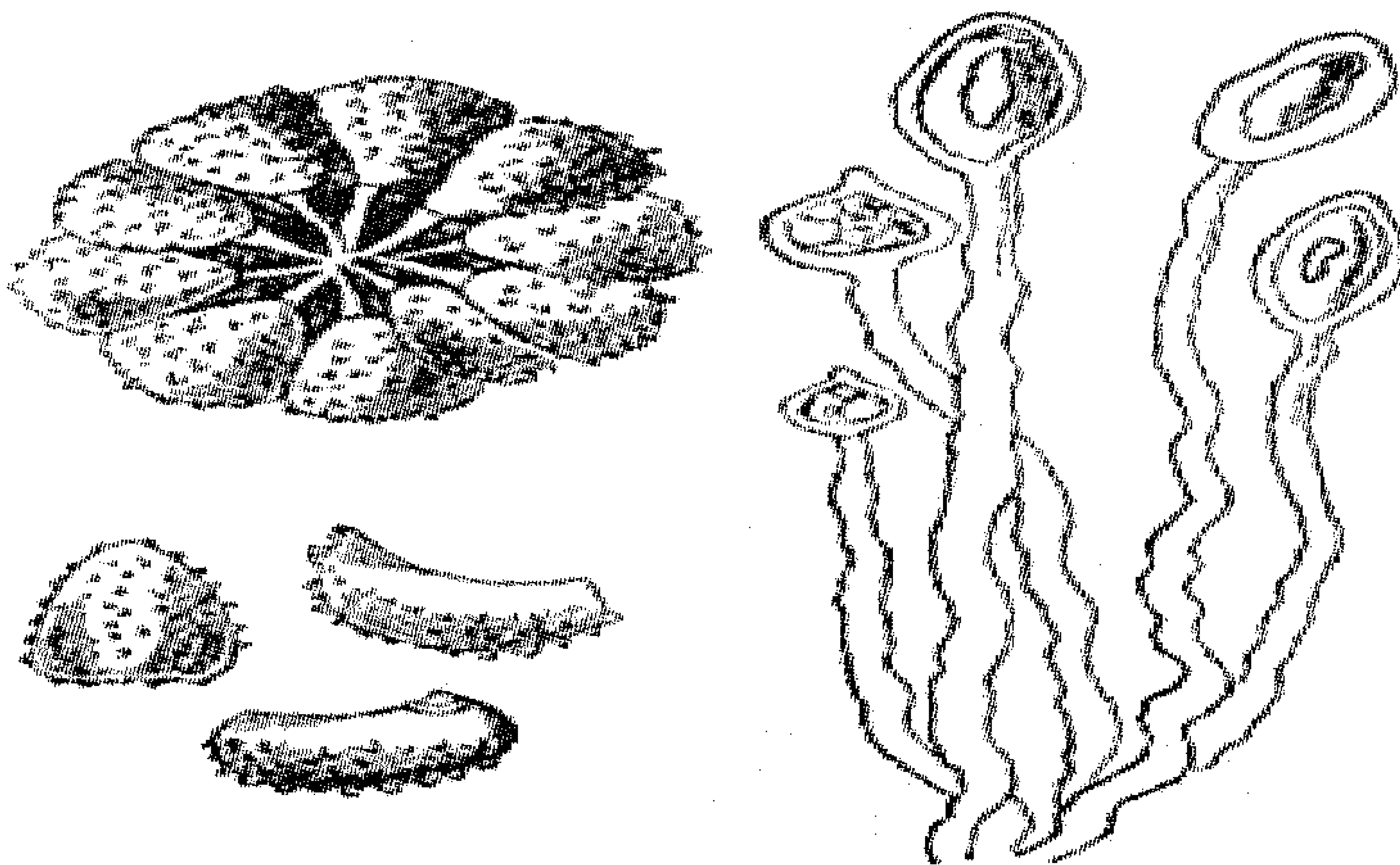


شكل 11.15: تطور الأعراض: بقع مصفرة على السطح العلوي للورقة (يمين) وظهور الأبواغ اليوريدينية على الوجه السفلي للأوراق(وسط ويسار)

عن: (Arneson،2005)



شكل **11.16**: أفرع نبات بن مصاب بالصدأ يظهر تساقط الأوراق
عن: **(Arneson،2005)**



شكل **11.17**: رسم الأبواغ اليوريدينية للفطر H. vastatrix
كما وردت في وصف الفطر من قبل **M.J. Berkeley**
عن: **(Arneson،2005)**

تطور المرض (Development of Disease)

يصيب الفطر نباتات البن *Coffea arabica* (البن العربي) و*Coffea canephora* وهما أهم انواع البن التجارية إضافة الى 25 نوعا آخر من الجنس *Coffea*.

بعد تحقيق الإصابة يكوّن الفطر خيوطا فطرية ثنائية النواة أحادية المجموعة الكروموسومية. تنمو الخيوط الفطرية بينيا في نسيج الورقة وترسل ممصات الى داخل الخلايا. وبعد 10 الى 25 يوما يكوّن الفطر الأبواغ اليوريدينية التي تخرج من خلال الثغور على السطح السفلي للأوراق. الأبواغ اليوريدينية للفطر تكون كلوية مغطاة على سطحها الخارجي فقط باشواك قصيرة وليس جميع السطح كما في فطريات الصدأ الأخرى. وفي ظروف الأجواء الجافة الباردة احيانا يكوّن الفطر أبواغ تيلية ما بين الأبواغ اليوريدينية على الأوراق القديمة التي لما تزل عالقة على الشجرة. يحصل الإندماج النووي والإنقسام الإختزالي في البوغ التيلي ثم ينبت ليعطي بازيدة تحمل 4 أبواغ بازيدية أحادية المجموعة الكروموسومية (شكل11.18). يمكن ان ينبت البوغ البازيدي خارج الجسم الحي (*In Vitro*) لكنه لايصيب نبات البن ولا يعرف أي عائل مناوب يمكن ان يصيبه وعليه يعتقد انه من بقايا نظام دورة الحياة الطويلة (5 انواع أبواغ / دورة) لفطريات الصدأ عبر تطور إختزالي عاناه هذا الفطر. النباتات المصابة تكون منخفضة الإنتاجية ورديئة النوعية. تتعرض أبواغ الفطر *H. vastatrix* لمهاجمة فطر متطفل عليها هو *Verticillium hemileiae* لكن دور هذا الفطر لا يتعدى تخفيض حيوية الأبواغ دون أن تكون له اهمية على تطور المرض(Arneson،2005).

في الشكل 11.18 مخططا لدورة المرض.

شكل 11.18: دورة المرض للفطر Hemileia vastatrix على نبات البن

عن: (Arneson،2005)

السيطرة على المرض (Control)

1. الحجر الزراعي

2. الأهتمام بتقليم الشجيرات.

3. إستخدام الأصناف المقاومة: تم تشخيص جينات مقاومة ضد مرض الصدأ في نباتات البن من نوع *C. canephora* و*C. liberica* وتم التعرف على 40 سلالة للفطر *Hemileia vastatrix* بعضها يتمكن منإصابة اصناف مقاومة سابقا. وهناك بعض الأصناف التي أستحدثتها مراكز البحوث تجمع بين الصفات الزراعية المرغوبة وجينات المقاومة للمرض.

4. المكافحة الكيميائية: يوفر استخدام المبيات الفطرية النحاسية مكافحة فعالة ضد

الإصابة بفطر الصدأ. تستخدم هذه المبيدات خلال فترة الأمطار كل 2 – 3 أسابيع. ويمكن إستخدام المبيدات الجهازية التي لها تاثير علاجي سوية مع المبيدات التلامسية (Agrios، 1997).

مرض الصدأ البثري على الصنوبر الأبيض

White Pine Blister Rust

يعتبر المرض من اهم أمراض الغابات في أمريكا الشمالية جاعلا زراعة اشجار الصنوبر الأبيض غير ممكنة او غير مربحة.

الأعراض (Symptoms)

تبدأ الأعراض بشكل إصفرار غير مميز على الأوراق الأبرية للشجرة. ومع غزو الفطر للأفرع تتكون إنتفاخات مغزلية الشكل تتحول الى تسوسات غالبا ما تظهر حوافها لونا برتقاليا (شكل11.19). وعندما يطوق التسوس الفرع فإنه يموت خلال سنوات قليلة ويتحول لون الأوراق الميتة عليه الى الأحمر وهو العرض المميز لوجود الإصابة في الغابة ويسمى " علم " الصدأ البثري. وإذا لم يقتل الفرع، يستمر الفطر بالنمو في الجذع مسببا تسوسا يقتل ذلك الجزء وما فوقه من نموات. غالبا ما تنتج التسوسات كميات كبيرة من المواد الراتنجية التي تقدم عرضا مميزا آخر للمرض ويمكن ان تاكل القوارض القلف في حواف التسوس (شكل11.20).

ومن علامات المرض على اشجار الصنوبر تكوين الفطر للبكنيات على حافة التسوس المتكون قبل سنة او سنتين. تظهر هذه المرحلة لفترة قصيرة في الربيع بهيئة قطرات عسلية اللون على سطح التسوس تتكون من كتل من الأبواغ البكنية (او البذيرات). وفي السنة التالية تتكون الإيشات في التسوس نفسه الذي تكونت فيه البكنيات. إن هذا التتابع يستمر سنة بعد اخرى مع نمو التسوس وطالما بقي الفطر نشطا. تبرز الإيشات من خلال قلف التسوس لتكون بثور وتكون مغطاة بغشاء أبيض هو الغلاف Peridium سرعان ما يتمزق لتتحرر كتل الأبواغ الإيشية الصفراء – البرتقالية (شكل11.21). وهذه

التراكيب البثرية سبب تسمية المرض بالصدأ البثري. على العوائل المناوبة الكشمش Currant وعنب الثعلب Goosberry (شكل11.22) وهي من أنواع الجنس *Ribes* تظهر الأعراض بشكل بقع مصفرة على السطح العلوي للأوراق. وإذا كانت الإصابة شديدة تسقط الورقة قبل الأوان لكن النبات لا يصيبه إلا القليل من الضرر. وعلى السطح السفلي للأوراق المصابة تتكون بثور برتقالية اللون مقابل البقع المصفرة التي على السطح العلوي وتمثل اليوريدينات التي تنتج كتل من الأبواغ اليوريدينية البرتقالية اللون. ومع تقدم موسم النمو، تتكون الأبواغ التيلية بشكل أعمدة شعرية بنية اللون من البثور اليوريدينية (شكل11.23)(Maloy،2003).

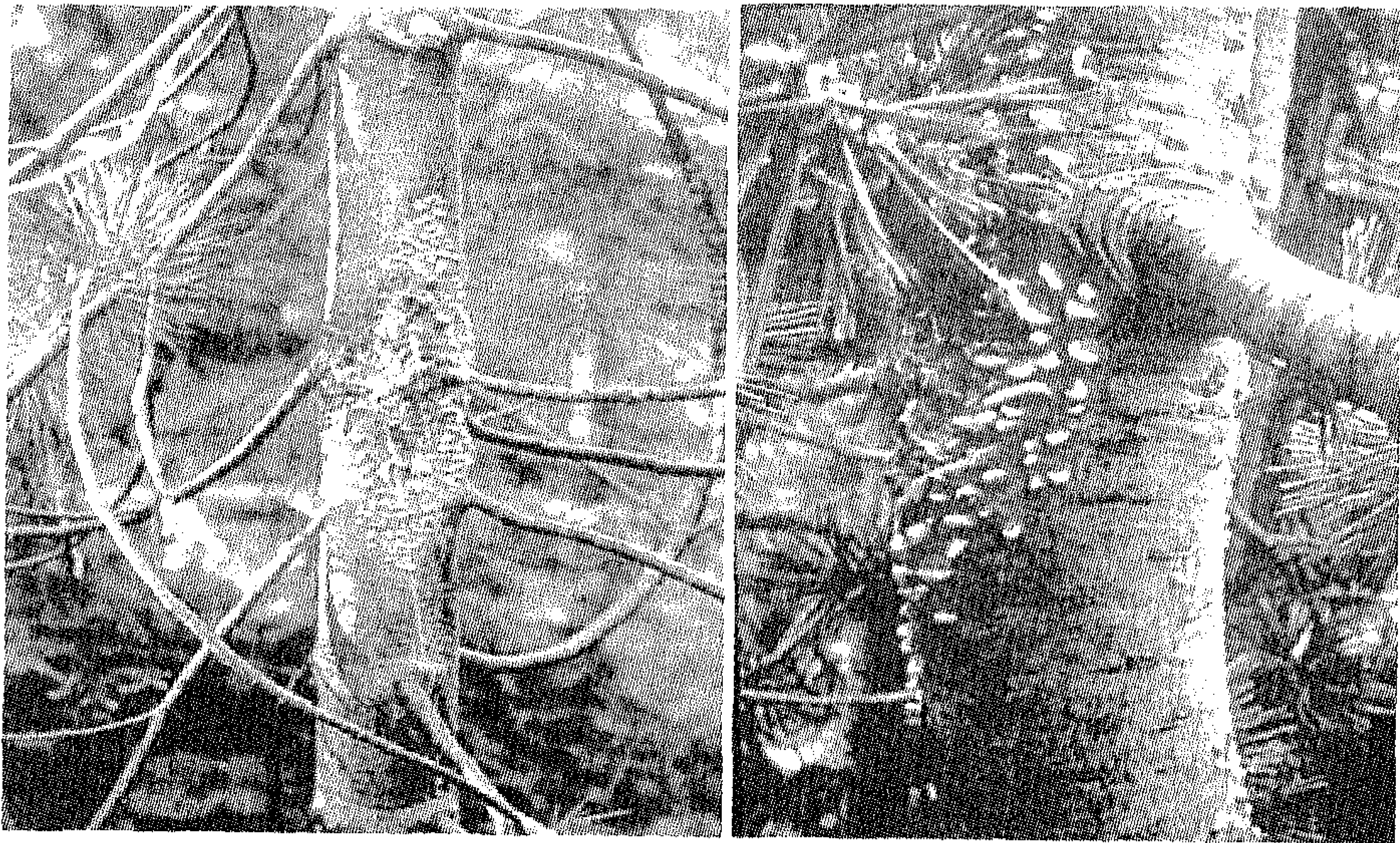


شكل 11.19: تسوس الصدأ المنفط المغزلي الشكل على فرع شجرة صنوبر (يمين) والتسوس يظهر حواف برتقالية اللون (يسار)

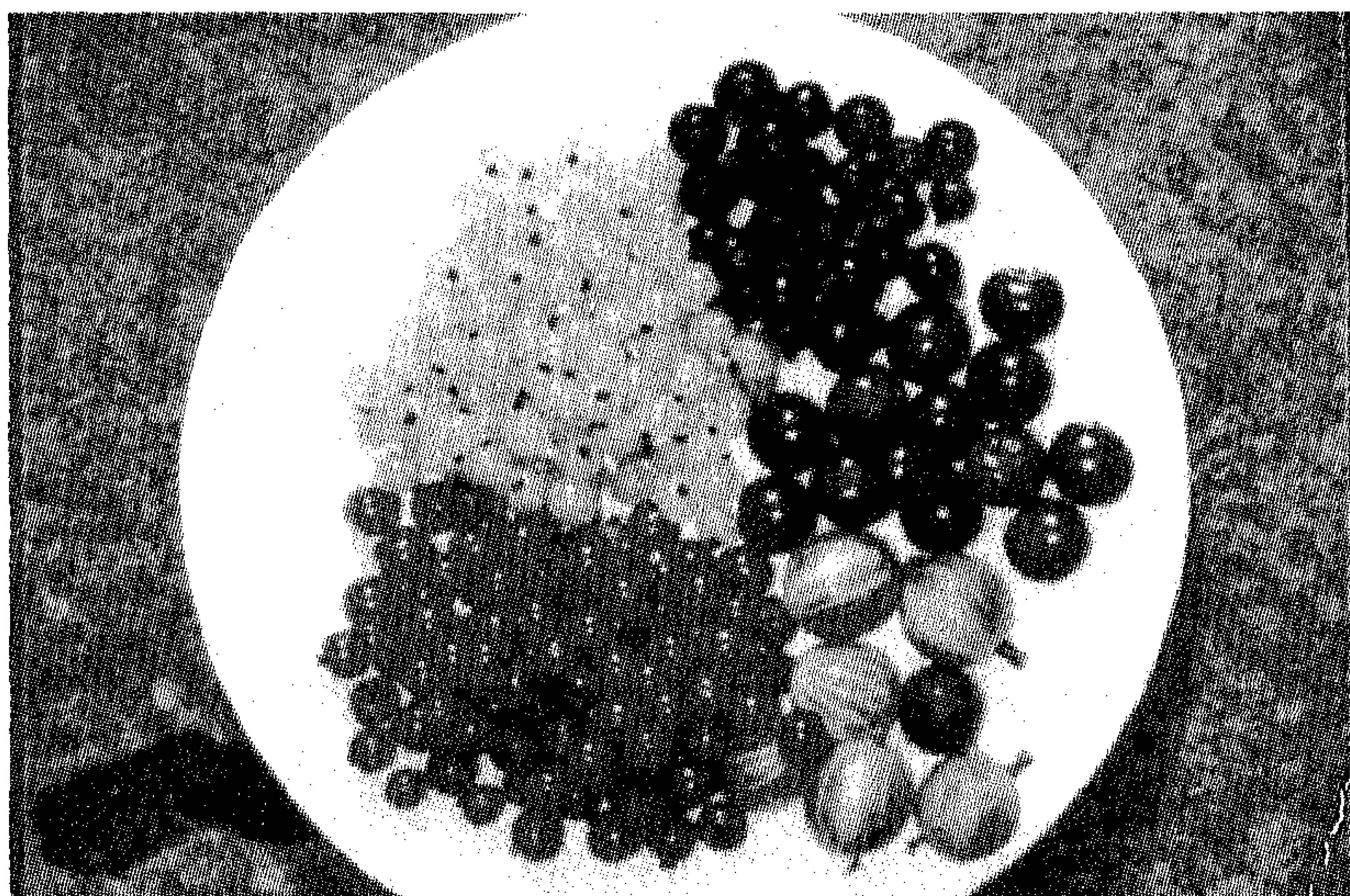
عن: (Maloy،2003)



شكل 11.20: أعلام الصدأ البثري على شجرة صنوبر حديثة (يمين) وتسوس الصدأ البثري يظهر سيلان الراتنج واكل القوارض لحواف التسوس (يسار)
عن: (Maloy،2003)

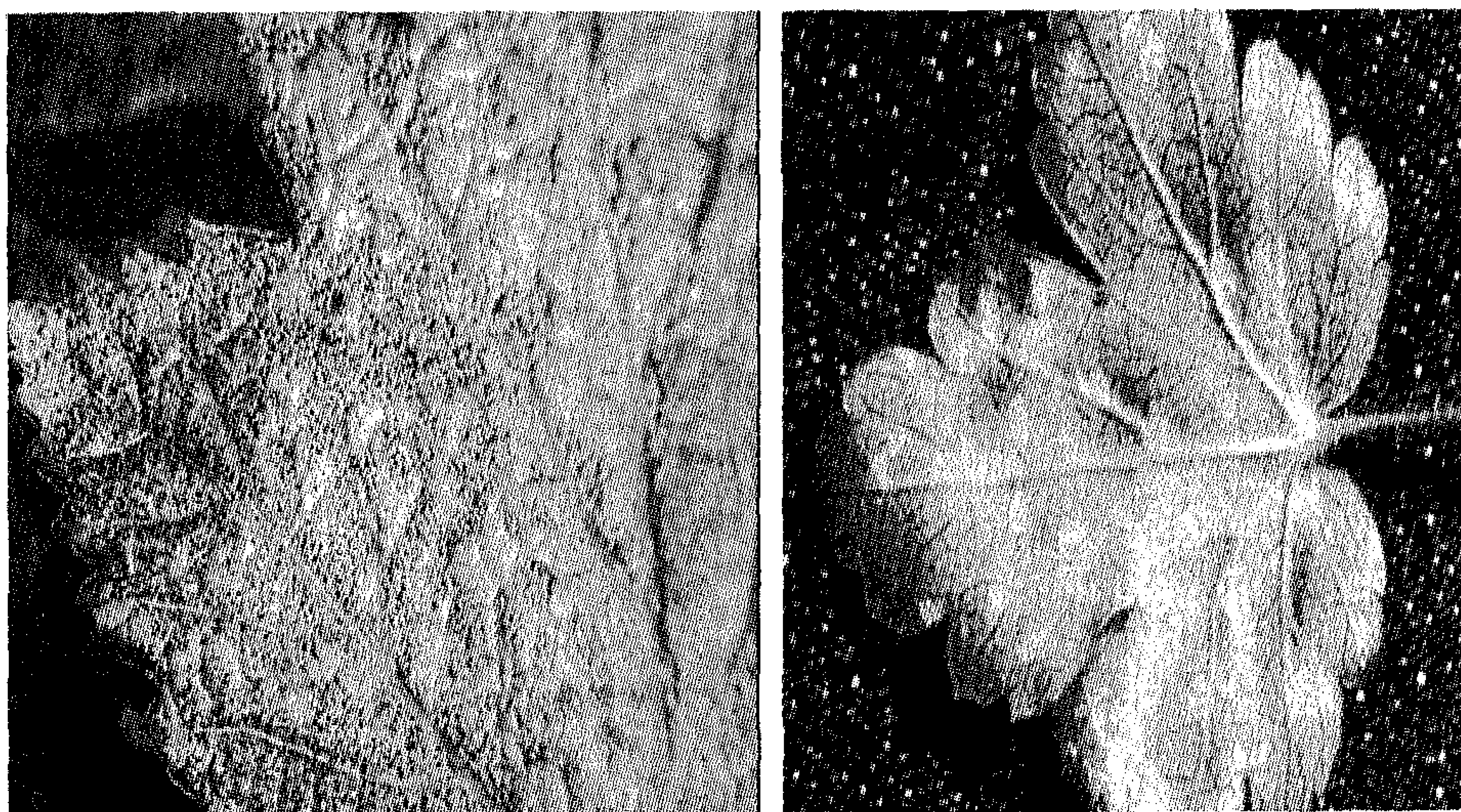


شكل 11.21: البثور الإيشية على الصنوبر الأبيض حيث الأغلفة بيضاء (يمين) وخروج الأبواغ الإيشية من التسوس بعد تمزق الأغلفة (يسار)
عن: (Maloy،2003)



شكل **11.22**: طبق من ثمار الكشمش وعنب الثعلب

عن: (**Maloy،2003**)



شكل **11.23**: اليوريدينات على السطح السفلي لأوراق نباتات Ribes spp. التيلات على السطح السفلي لأوراق Ribes spp.

عن: (**Maloy،2003**)

الفطر الممرض (Pathogen): *Cronartium ribicola* يعتقد ان هذا الفطر نشأ في آسيا على اشجار الصنوبر المحلية. لكن هذا الفطر لم يكن خطيرا حتى إدخال الصنوبر الأبيض الأمريكي الحساس جدا للإصابة الى اوربا في القرن السادس عشر. سمي الفطر *Peridermium pini*، وفي سنوات 1800 فصل Heinrich Klebahn مجموعة الفطر الى 3 انواع سمى الفطر المسبب للصدأ البثري على الصنوبر الأبيض *Peridermium strobi*. وفي الفترة نفسها كان الفطر المسبب للمرض على *Ribes* spp. قد سمي *Cronartium ribicola*. وفي سنة 1889 ثبتت العلاقة بين أطوار الفطر على الصنوبر و*Ribes* spp. وهكذا إنتهى إسم الفطر الى *Cronartium ribicola*.

الفطر مجبر التطفل ويكوّن 5 انواع من الأبواغ كما هو فطر صدأ القمح *Puccinia graminis* ويكمل دورة حياته الطويلة على عائلين هما الصنوبر الأبيض و(*Ribes* spp. Maloy،2003).

تطور المرض (Development of Disease)

تتكون الأبواغ البازيدية على الأبواغ التيلية الموجودة على اوراق شجيرات *Ribes* في الأوقات الباردة الرطبة أثناء الليل وتحمل بواسطة تيارات الهواء لمسافة بضع مئات من الأمتار. تبدأ دورة المرض بإصابة اوراق الصنوبر بالأبواغ البازيدية التي تخترقها من خلال الثغور في أواخر الصيف أو أوائل الخريف. تظهر أعراض الإصفرار بعد 4 الى 10 اسابيع من بدء الإصابة. ينمو الفطر خلال أنسجة الورقة وصولا الى قلف الساق الذي يصله بعد حوالي 12 الى 18 شهرا. يرسل الغزل الفطري ممصات الى داخل خلايا اللحاء ويزداد نموه طوليا وعرضيا ليشكل التسوس المغزلي. ثم تتكون الأبواغ البكنية (البذيرات) بعد سنة الى 4 سنوات وهي أحادية الخلية، احادية المجموعة الكروموسومية وتكون قصيرة العمر وتحمل بواسطة الهواء أو الحشرات وتقوم بتلقيح خيوط الإستقبال الأنثوية المتوافقة وينشأ الغزل الفطري الثنائي النواة. تتكون الإيشات في السنة التالية في موقع البكنيات وتنتج أبواغ إيشية في الربيع وهذه تكون طويلة العمر يمكن ان تشتي

وتنتقل بواسطة الرياح الى مسافات أطول تصل الى 480 كم حيث تسقط على اوراق شجيرات *Ribes*، تنبت وتصيب الأوراق مكونة يوريدينات تنتج أبواغ يوريدينية بعد 1 الى 3 اسابيع من التلقيح بها. تقوم الأبواغ اليوريدينية والتي تكون مطاولة لبضعة اشهر حتى خلال الشتاء بدور اللقاح الثانوي وإحداث الإصابات الثانوية على شجيرات *Ribes* دون غيرها لعدة مرات خلال موسم النمو كما هو الحال مع فطر صدأ القمح وبذلك يمكن ان تحدث الأوبئة. بعدها ينتج الغزل الفطري نفسه الذي أنتج الأبواغ اليوريدينية أعمدة التيلات والأبواغ التيلية. تنبت الأبواغ التيلية في الصيف والخريف لتكون غزلا فطريا أوليا مؤلف من 4 خلايا ليحمل الأبواغ البازيدية القصيرة العمر التي تتمكن من إصابة اوراق الصنوبر. يشتي الفطر بهيئة غزل فطري على اشجار الصنوبر الأبيض أو شجيرات *Ribes* spp. (شكل11.24).

إن أشجار الصنوبر الحديثة التي تكون اوراقها اقرب الى الأرض حيث البيئة الأكثر ملائمة تكون اكثر عرضة للإصابة علما ان الأشجار الكبيرة يمكن ان تصاب لكنها لا تقتل بالسرعة نفسها التي تقتل فيها الأشجار الحديثة ويمكن الإستفادة من خشبها قبل ان تتلف(Agrios،1997؛ Maloy،2003).

السيطرة على المرض (Control)

1. الحجر الزراعي.
2. إزالة العوائل المناوبة.
3. تقليم الأفرع المصابة.
4. زراعة الأصناف المقاومة(Agrios،1997؛ Maloy،2003).



شكل 11.24: دورة مرض الصدأ البثري

عن: (Maloy،2003)

الفطريات المسببة لأمراض التفحم
Fungi Causing Smut Diseases

تسبب انواع من الفطريات البازيدية العائدة للرتبتين *Ustilaginales* و*Telletiales* والتي يبلغ عددها 1200 نوعا أمراض التفحم على اكثر من 4000 نوعا من النباتات الزهرية خاصة محاصيل الحبوب وعدد من المحاصيل الإقتصادية الأخرى والأدغال. تاتي أهمية هذه الأمراض بالدرجة الثانية بعد أمراض الصدأ وتكمن خطورتها والخسائر الإقتصادية التي تسببها في كونها تؤثر مباشرة في الحبوب حيث تستبدل محتوياتها الغذائية الطبيعية بأبواغ الفطر السوداء وتحويلها الى مايشبه الفحم شكلا ومن هنا جاءت تسميتها. علما ان بعض انواعها في الجنس *Entyloma* تكوّن بقع باهتة فاتحة اللون حيث الأبواغ مطمورة في أنسجة العائل.

إن هذه الفطريات متطفلة على النباتات لكن بعض انواعها تكون رمية إختيارية على المواد العضوية وأمكن تنمية عدد قليل منها على الأوساط الزرعية وإكمال دورة حياتها عليها بعيدا عن النباتات العائلة مثل *Ustilago striiformis* و*Urocystis gladioli* و *U. anemones*(ثابت وآخرون، 1963) كما تم تنمية فطر التفحم على الذرة *Ustilago maydis* على مزرعة خلوية من جنين الذرة وأكمل الفطر تكاثره الجنسي عليها(Ruiz–Herrera *et al.*، 1999).

الغزل الفطري يكون قليل الكثافة، شفاف، مقسم بحواجز متباعدة وينمو ما بين خلايا أنسجة العائل عادة لكن الفطر *Ustilago maydis* ينمو بينيا وخلويا ايضا. كما تكون بعض الأنواع خاصة تلك العائدة الى *Tilletiaceae* ممصات الى داخل الخلايا. هذه الفطريات أحيائية التغذية حيث ان نموها ونشاطها لايؤدي الى قتل انسجة العائل بل أنه ينشط نموها وتوسع خلاياها أكثر من المعدل الطبيعي لدرجة تؤدي الى نشوء أعراض التضخم في بعض الأنسجة المصابة مع ان النباتات المصابة تكون عموما متقزمة.

إن معظم فطريات التفحم تهاجم أنسجة المبايض، لكن بعضها يمكن ان يهاجم أعضاء اخرى كالأوراق او السيقان أو الأجزاء الزهرية. بعضها يهاجم البذور وهي في التربة وينمو في البادرة ويستمر مرافقا لنمو القمة النامية مسببا إصابات جهازية حتى يصل النبات الى الإزهار حيث يصيب انسجة المبيض.

لا تكوّن فطريات التفحم تراكيب تكاثرية متخصصة لكنها تكوّن نوعين من الأبواغ: الأبواغ التيلية والأبواغ البازيدية. الأبواغ التيلية هي أبواغ سميكة الجدران، جدارها مؤلف من طبقتين تنشا عن الغزل الفطري الثنائي النواة وتتكون بطريقة مشابهة شكلا لتكوين ومظهر الأبواغ الكلاميدية اللاجنسية في بعض الفطريات الأخرى حيث تسمى خطأ احيانا بالأبواغ الكلاميدية لكنها تشابه حقيقة الأبواغ التيلية في الفطريات المسببة لأمراض الصدأ ومن هنا جاءت تسميتها. والأبواغ البازيدية التي تتكون من البازيدة وتكون أحادية الخلية، احادية النواة، أحادية المجموعة الكروموسومية.

من اكثر انواع مسببات أمراض التفحم شيوعا هي:

Ustilago : يضم مسبب مرض التفحم على الذرة *U. maydis* ومسببات أمراض التفحم السائب على محاصيل الحبوب *U. avenae* و*U. nuda* و*U. tritici* وتفحم قصب السكر *U. scitaminea*.

Telletia : وتسبب أمراض التفحم المغطى على القمح *T. caries* و*T. foetida* والتفحم القزمي في القمح *T. contraversa* وتفحم كارنال في القمح *T. indica*.

Sphacelotheca: مسبب تفحم الذرة الرفيعة *S. sorghi* و*S. cruenta* و*S. reiliana*.

Urocystis: مسبب تفحم البصل *U. cepulae*.

Neovossia: مسبب تفحم حبوب الرز *N. barclayana*.

Entyloma : مسبب تفحم اوراق الرز (Agrios، 1997).

التفحم العادي في الذرة

Common Smut of Corn

ينتشر المرض في معظم البلدان ويسبب خسائره من خلال تكوين اورام لينة على العرانيص والأوراق والسيقان والنورات الذكرية والجذور العرضية. يعتمد الضرر الأقتصادي على موقع الأورام حيث تكون اكبر عندما تكون على العرانيص او فوقها. وعموما تكون الخسائر السنوية بحدود 2 ٪ يمكن ان تصل الى 10 ٪ على الذرة السكرية.

الأعراض (Symptoms)

عند إصابة البادرات تظهر أورام صغيرة على الأوراق والسيقان وتبقى البادررة متقزمة أو تموت. أما على النباتات البالغة فيمكن ان تظهر الأعراض على البراعم الأبطية وبعض الزهرات المفردة والنورة الزهرية والسيقان والأوراق حيث تظهر الأورام صغيرة بقطر 1 – 2 سم على العرق الوسطي مؤدية الى تشوه الورقة. تتكون الأورام

من كتل من الأبواغ السوداء المسحوقية التي تكون مغلفة بغشاء جلدي لامع مبيض من انسجة العائل. يمكن ان يصل قطر الورم 1 – 15 سم وعند نضجه يتمزق الغلاف كاشفا كتل الأبواغ التي تتحرر الى الهواء (الأشكال11.25 الى 11.27)(Miller *et al.*، 1996؛ Agrios، 1997؛ Hansen، 2000).



شكل **11.25**: الأورام الناضجة على النورة الزهرية الذكرية (يمين) والعرنوص (يسار)

عن: **(Miller** et al.، **1996**)؛ **Agriculture and Agri-Food Canada http: / / www.agr.gc.ca /disc_e.phtml**



شكل 11.26: اورام صغيرة على عرنوص الذرة (يسار) والأورام على عقد الساق (يمين)

عن: (Hansen،2000)

Agriculture and Agri-Food Canada http: / /www.agr.gc.ca /disc_e.phtml



شكل 11.27: العقد على الأوراق وأغمادها تكون صغيرة مقارنة بتلك التي على الساق

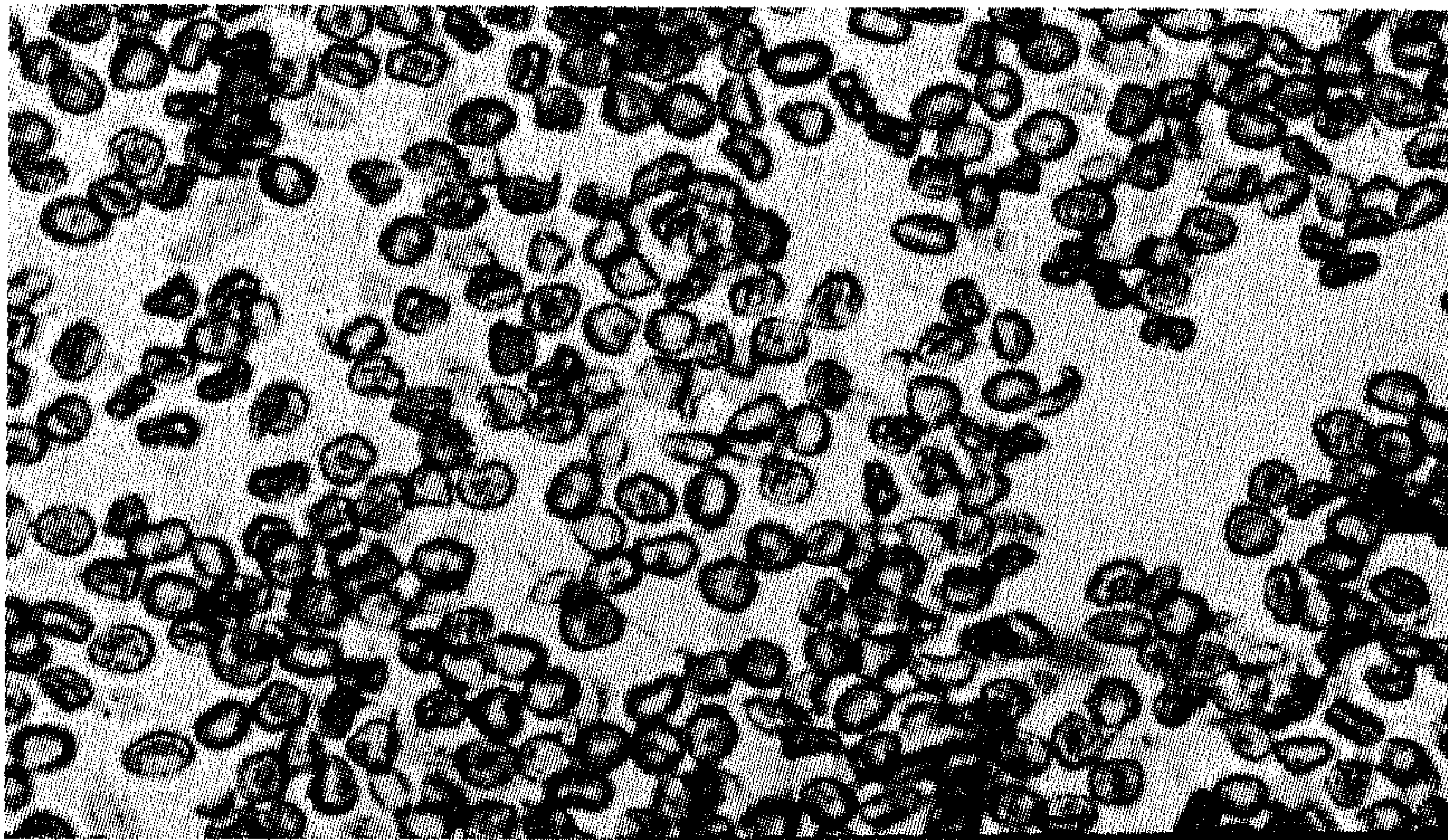
عن:

Agriculture and Agri–Food Canada

http: / /www.agr.gc.ca /disc_e.phtml

الفطر الممرض (Pathogen): *Ustilago maydis*

يكوّن الفطر في أنسجة العائل غزلا فطريا ثنائي النواة. تتحول خلايا الغزل الفطري الى أبواغ تيلية (شكل11.28). الأبواغ التيلية مفردة، بيضوية أو مستديرة لونها بني فاتح الى اسود والجدار شوكي وتحتفظ بحيويتها لمدة 2 – 3 سنوات. تنبت الأبواغ التيلية في الجو الرطب لتكون بازيدات. تتحد النواتين في البازيدة لتكون نواة اللاقحة وتعاني إنقساما إختزاليا عند إنباتها. البازيدة تكون رباعية الخلية او ما يعرف بالغزل الفطري الأولي (Promycelium) كل خلية تكون أحادية النواة، أحادية المجموعة الكروموسومية ومن كل خلية تتكون الأبواغ البازيدية أو السبوريدات (Sporidia) الصغيرة الحجم. تتكاثر السبوريدات بالتبرعم مكونة مزيدا من السبوريدات الثانوية(Miller *et al.*،1996؛ Agrios،1997). ينمو الفطر جيدا على الأوساط الزرعية(ثابت وآخرون، 1963).



شكل 11.28: الأبواغ التيلية للفطر Ustilago maydis

عن: http://rds.yahoo.com/S=96062883/K=ustilago/v=2/SID=e/l=IVR/;_ylt=A9gnMinjJBRE.ncBG_.jzbkF;_ylu=X3oDMTA4NDgyNWN0BHNlYwNwcm9m/SIG=126c60is7/EXP=1142257251/*-http%3A//www.plant.uga.edu/Extension/fungi/Smut.html

تطور المرض (Development of Disease)

يشتي الفطر بهيئة أبواغ تيلية في التربة وعلى بقايا النبات العائل وفي السماد الحيواني الناتج من حيوانات سبق لها التغذي على نباتات مصابة. تنبت الأبواغ التيلية في الربيع او الصيف لتكون غزلا فطريا اوليا تكون خلاياه الأربعة سبوريدات كما ذكر أعلاه. تحمل السبوريدات بواسطة تيارات الهواء أو رشاش المطر وعند سقوطها على سطح العائل المناسب تنبت مكونة إنبوب إنبات يقوم بإختراق سطح العائل إختراقا مباشرا. يكوّن الفطر غزلا فطريا مؤلفا من خلايا شبه خميرية داخل أنسجة العائل ثم يتوقف وتموت خلاياه إذا لم تصادف خيوطا فطرية مختلفة ناشئة من إصابة سبوريدة من طراز تزاوجي متوافق. ولا تتكون الأورام إلا إذا حصل إتحاد بين خيطين فطريين أحاديي النواة متوافقين. ومن هذا الإتحاد يتكون غزلا فطريا ثنائي النواة يقوم بغزو بيني للأنسجة التي تتحفز للتوسع هي والخلايا المجاورة مؤدية الى تكون الورم. إن أمراضية الفطر تعتمد على التحول من حالة الغزل الفطري شبه الخميري غير الممرض الى الغزل الفطري الخيطي الثنائي النواة الممرض وهذا يحصل فقط عند التزاوج بين خليتين احاديتا المجموعة الكروموسومية تحملان أليلات مختلفة في موقعي التزاوج *a* و*b* (Banuett، 1995؛ Andrews *et al.*، 2000). لقد تمكن الباحثون من تحقيق التحول للفطر الثنائي المظهر هذا بين الشكل الخميري والشكل الخيطي على الوسط الزرعي من خلال التحكم بـ pH الوسط، حيث يحصل النمو الخيطي في pH أقل من 5 بينما يتحول الى الشكل الخميري في الـ pH المتعادل(Martínez–Espinoza *et al.*، 1997). إن هذه الأورام تحصل نتيجة للإصابات الموضعية في مناطق متفرقة، لكن الإصابة الجهازية قد تحث احيانا عند إصابة البادرة في وقت مبكر. يبقى الغزل الفطري بينيا في النسيج المتورم لحين إقترابه من موعد تكوين الأبواغ حيث يغزو الخلايا ويستغل مكوناتها ويحل محلها الغزل الفطري الذي تتحول معظم خلاياه الى أبواغ تيلية، كما يستغل بروتوبلازم خلايا الغزل الفطري الأخرى لهذا الغرض حيث تبقى فارغة بينما لاتمس خلايا النبات التي تشكل غلافا للورم، وبعد نضجه يتمزق الغلاف وتتحرر الأبواغ التيلية(Miller *et al.*، 1996؛ Agrios، 1997).

السيطرة على المرض (Control)

1. إزالة الأورام المتكونة قبل تفتحها.

2. الحراثة العميقة يمكن ان تؤدي الى طمر الأجزاء المصابة وتقليل وفرة اللقاح.

3. لاتوجد اصناف مقاومة لكن توجد بعض الهجن المقاومة التي سرعان ما تتعرض لسلالات ممرض ضارية جديدة مما يقلل من اهمية إستخدام الأصناف المقاومة.

مرض التفحم السائب على محاصيل الحبوب

Loose Smut on Cerials

التفحم السائب على محاصيل الحبوب من الأمراض الشائعة على نطاق العالم بما فيها العراق ومصر. يمكن ان تصل الخسائر الى 40 ٪ من المحصول لكنها بالمتوسط بحدود 1 ٪ سنويا في الولايات المتحدة ومصر.

الأعراض (Symptoms)

تظهر الأعراض الواضحة للمرض عند خروج السنابل من اغمادها حيث تتحول الحبوب والقنابع الى كتل من الأبواغ التيلية السوداء وتكون السنابل المصابة أطول وتظهر أكثر تبكيرا من سنابل النباتات السليمة التي تكون خضراء اللون. السنابل المصابة المتحولة الى كتل بوغية تكون مغطاة في البداية بغشاء رمادي اللون سرعان ما يتمزق عند خروج السنبلة من الغمد حيث تتطاير الأبواغ في الهواء ولا يبقى سوى محور الساق العاري الذي تعلق به بعض الأبواغ (شكل11.29). وقد تهرب السنيبلات العليا من الإصابة في بعض الحالات القليلة وتكوّن حبوب سليمة على النورة المصابة. كما قد تهرب من الإصابة بعض الأفرع الناتجة من نبات ناشيء من بذرة مصابة. في حالات قليلة قد تتكون البثرات على الأوراق أسفل السنبلة مباشرة إذا كان النمو الخضري كثيفا وينكمش نصل الورقة ويتجعد ويلتوي حيث تظهر البثرات كخطوط سوداء ما بين العروق(Lips،1996؛ ثابت وآخرون، 1963).



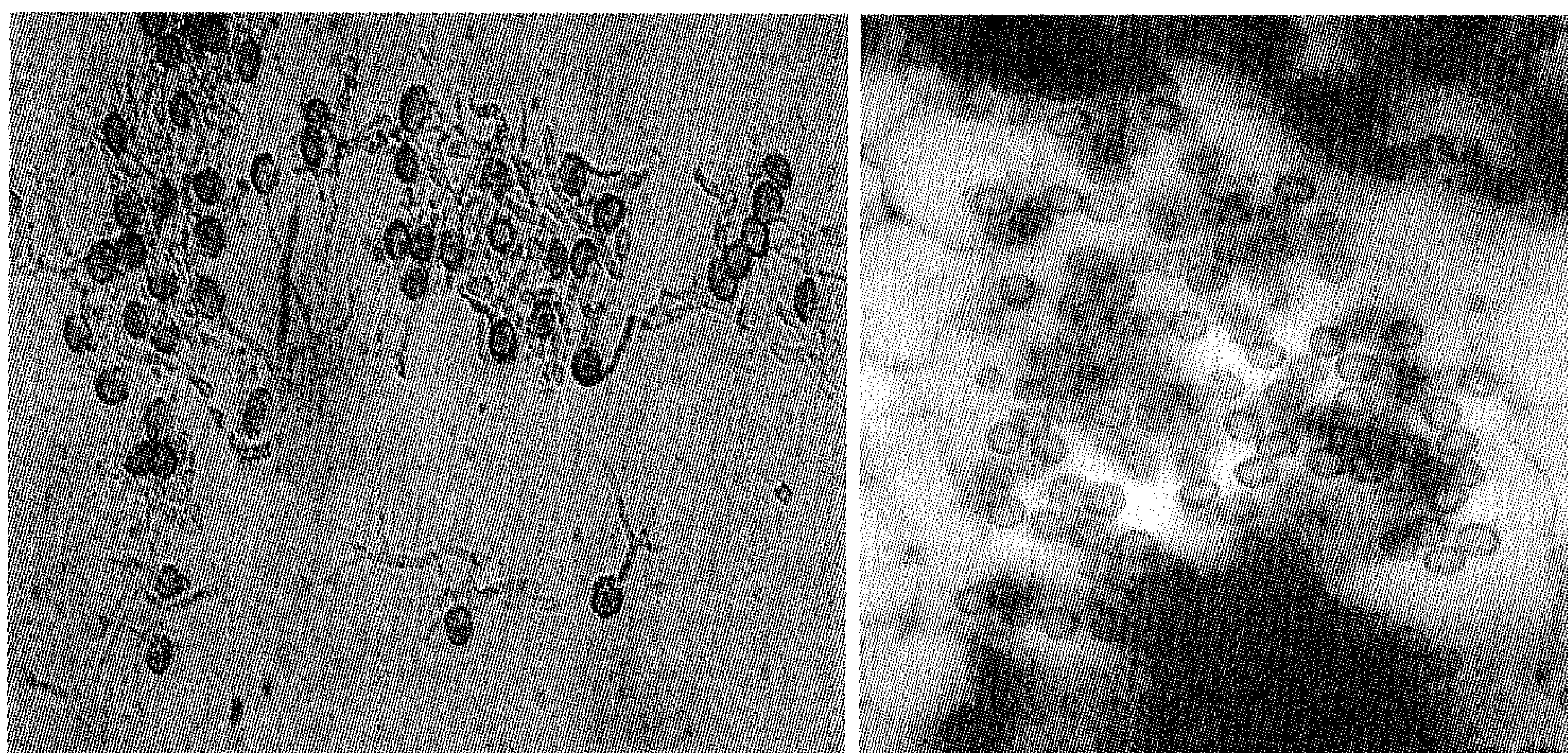
شكل **11.29**: سنبلة شعير مصابة بالفطر Ustilago nuda (يمين) والتفحم السائب على القمح (يسار)

عن: **http://rds.yahoo.com/S=96062883/K=ustilago/v=2/SID=e/l=IVR/;_ ylt=A9gnMifplxREGrQACROjzbkF;_ylu=X3oDMTA4NDgyNWN0BHNlY wNwcm9m/SIG=12ulh3dgg/EXP=1142257001/*-http%3A//www.agri. pref.hokkaido.jp/chuo/kaihatsu/hatasaku/hata2/wheat526.htm**

http://rds.yahoo.com/S=96062883/K=ustilago/v=2/SID=e/l=IVR/;_ ylt=A9gnMiYzJhREmpoA4amjzbkF;_ylu=X3oDMTA4NDgyNWN0BHNlY wNwcm9m/SIG=11jimi79c/EXP=1142257587/*-http%3A//eap.mcgill. ca/CPCP_2.htm

الفطريات المرضة (Pathogens) : *Ustilago nuda* و*U. tritici*.

الغزل الفطري شفاف يتحول الى اللون البني عند نضجه. تتحول خلايا الغزل الفطري الى أبواغ تيلية سوداء عند إنباتها تكوّن بازيدة مؤلفة من خلية واحدة الى 4 خلايا. لا تكوّن البازيدة أبواغ بازيدية لكنها تكوّن خيوط فطرية قصيرة أحادية النواة تتحد في أزواج لتكون غزل فطري ثنائي النواة قادر على الإصابة (شكل11.30).



شكل 11.30: أبواغ الفطر Ustilago tritici(يمين) وأبواغ الفطر U. nuda نابتة على الوسط ماء-أكار حيث يلاحظ تكون الغزل الأولي المتفرع وعدم تكون السبوريدات (يسار)

عن: http: / /rds.yahoo.com /S=96062883 /K=ustilago /v=2 /SID=e / l=IVR /;_ylt=A9gnMibelBREdJYAPrWjzbkF;_ylu=X3oDMTA4NDg yNWN0BHNlYwNwcm9m /SIG=128melaal /EXP=1142256222 /*-http%3A / /www.dipbot.unict.it /sistematica /Ustilago.html

و http: / /rds.yahoo.com /S=96062883 /K=ustilago /v=2 /SID=e / l=IVR /;_ylt=A9gnMic0KRRE2bYAZiajzbkF;_ylu=X3oDMTA4NDgyNWN 0BHNlYwNwcm9m /SIG=12bs3shg7 /EXP=1142258356 /*-http%3A / / greengenes.cit.cornell.edu /imagelist3-14-94.html

تطور المرض (Development of Disease)

تحصل الإصابة أثناء فترة الإزهار وخاصة خلال اليومين الأولين وتستمر لمدة اسبوع بعدها تصبح النباتات مقاومة. تسقط الأبواغ التيلية المحمولة بواسطة الهواء أو المطر او الحشرات على الأزهار المتفتحة حيث تنبت ويخرج منها الغزل الفطري الأولي ثم يحدث إتحاد بين خليتين متوافقتين من خلاياه وينشأ عن الأتحاد تكوين خيوط فطرية خلاياها ثنائية النواة قادرة على الإصابة. يخترق الخيط الفطري الميسم ثم القلم ومنه الى الجنين او جدار المبيض مباشرة وصولا الى الجنين في البذرة المتكونة حيث يستقر في الفلقة. تشجع الإصابة بوجود المطر أو الضباب الكثيف ودرجات الحرارة 15 الى 20 مْ. وعند إكتمال نمو الغزل الفطري في المبيض يتوقف ويصبح ساكنا وهنا لاتختلف الحبوب المصابة مظهريا عن الحبوب السليمة كما لاتختلف حيويتها. عند زراعة الحبوب في الموسم التالي تنبت الحبوب المصابة ويستعيد الغزل الفطري نشاطه وينمو مع نمو النبات ملازما القمة النامية وهكذا يكون النبات النامي مصابا إصابة جهازية بما فيها السنابل عند تكونها عدا المحور الأساسي. ثم تتحول معظم خلايا الغزل الفطري الى أبواغ تيلية تعيد دورة المرض. وهكذا فإن الإصابة تحصل في موسم نمو والأعراض تظهر في موسم النمو التالي وتكمل دورة حياة الفطر في موسمين(ثابت وآخرون، 1963؛ Agrios،1997).

السيطرة على المرض (Control)

1. إستخدام بذور خالية من الإصابة مصدقة.

2. مع وجود عدد من أصناف الشعير والقمح المقاومة للإصابة إلا ان معظم اصناف القمح والشعير التجارية تكون حساسة جدا للإصابة.

3. معاملة البذور بالماء الحار: تنقع البذور بالماء بدرجة حرارة 20 مْ لمدة 5 ساعات ثم في ماء بدرجة حرارة 49 مْ لمدة دقيقة واحدة بعدها في 52 مْ لمدة 11 دقيقة ثم تبرد مباشرة بالماء البارد. بعدها تجفف البذور وتزرع. مع ملاحظة زراعة معدل بذور اكثر بسبب موت بعضها بالحرارة.

4. المعاملة بالمبيدات الكيميائية الجهازية Carboxin ومشتقاته من مجموعة Carboxanilide (Agrios، 1997).

مرض التفحم المغطى على القمح

Covered Smut or Bunt of Wheat

يعتبر هذا المرض من أول الأمراض التي تعرف عليها الإنسان مع بدء الزراعة بسبب العلامة المميزة له وهي الأبواغ التيلية ورائحتها غير المحببة التي تملأ حبوب القمح المصابة وتكسبها منظر التفحم وخروج الأبواغ بشكل غبار أسود متطاير عند سحق الحبوب. هذا "الغبار الأسود" هو ما جلب إنتباه العالم الفرنسي M. Tillet سنة 1755 الذي أرجع اليها القدرة على إحداث المرض مع انه تصور أنها تحمل مادة سامة تسبب المرض. كان المرض واسع الإنتشار في حقول القمح الشتوي خاصة حيث تصل نسب الإصابة به في بعض الولايات الأميركية الى 25 – 50 ٪ في نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين. وأستمر المرض بالإنتشار في الولايات المتحدة الى ثلاثينات القرن العشرين قبل إستخدام وسائل تعفير البذور وهو مستمر في الإنتشار في مناطق مختلفة من العالم حيث لا تتم المعاملة المناسبة للبذور ضد الإصابة.

إن غبار الأبواغ الأسود وبسبب الشحنات الكهربائية المستقرة التي تتراكم على الآت الحصاد كان يسبب الحرائق الكبيرة في الحقول حيث حصل اكثر من 160 حريقا في حقول القمح سنة 1915 في ولاية واشنطن وحدها(Mathre، 2000–2005).

أمراض التفحم المغطى على القمح والتي تسمى أيضا بانت (Bunt) أو التفحم النتن (Stinking Bunt) تكون على 3 انواع: التفحم العادي (Common Smut) الذي تسهل السيطرة عليه بالمعاملة بالمبيدات الكيميائية والتفحم القزمي (Dwarf Bunt) وتفحم كارنال (Karnal Bunt) الذين تصعب السيطرة عليهما ويسببان خسائر كبيرة. ينتشر المرض الأخير في الهند وأفغانستان والعراق والمكسيك والنيبال ومناطق أخرى (Babadoost & Mathre، 1998).

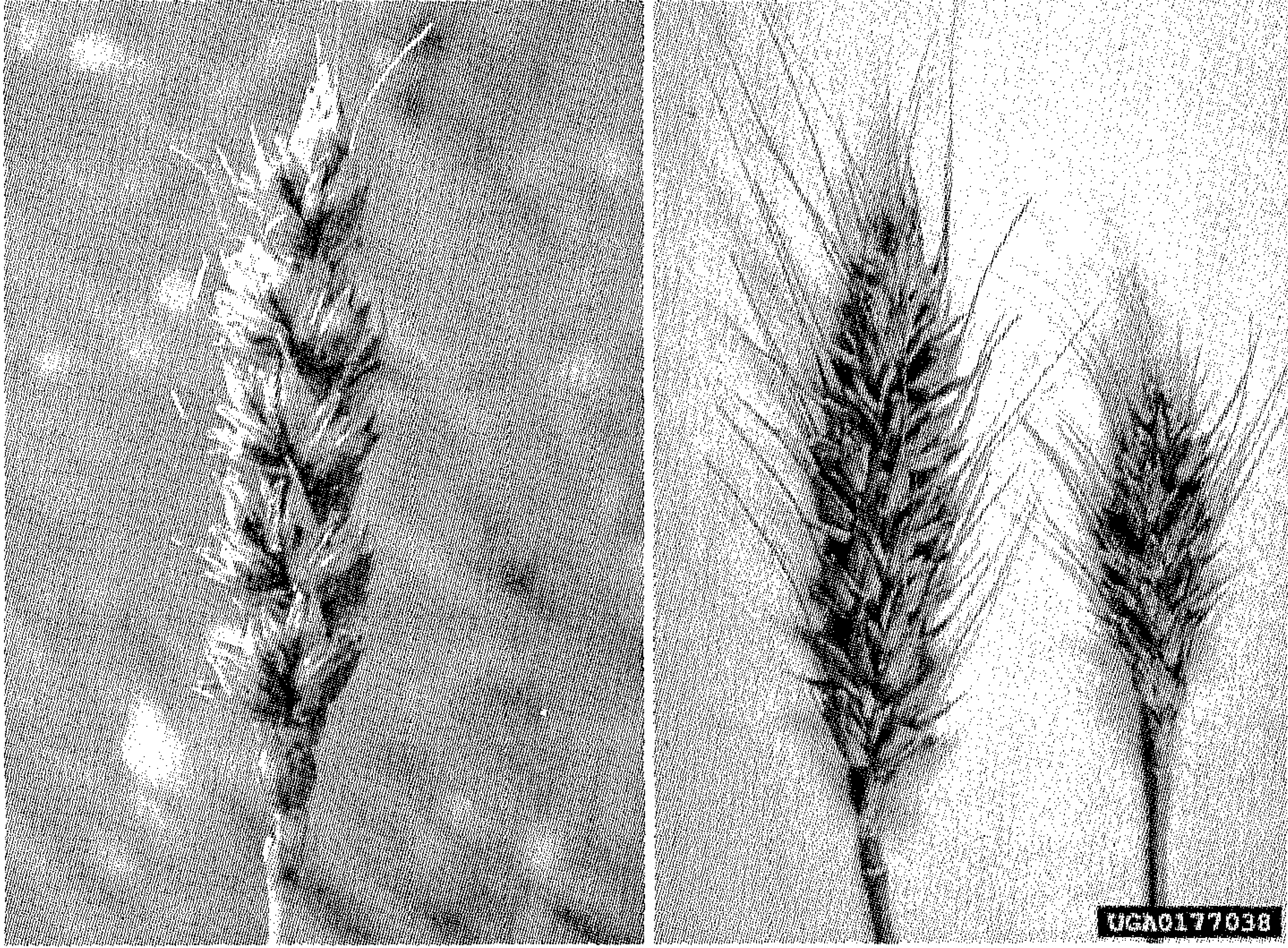
الأعراض (Symptoms)

من أولى اعراض الإصابة بمرض التفحم المغطى هو قصر النباتات المصابة بالتفحم العادي ببضعة سنتمترات بينما يصبح طول النباتات المصابة بالتفحم القزمي الى نصف أو ربع طول النباتات السليمة. كما تظهر النباتات المصابة تفرعا زائدا عن الطبيعي وتكون سنابل النباتات المصابة اكثر إنتصابا من سنابل النباتات السليمة. والسنابل المصابة تكون أرفع ولونها أخضر مزرق مقارنة بالسنابل الخضراء المصفرة والقنابع تظهر متباعدة (شكل11.31 و11.32). الحبوب تكون اقصر واكثر سمكا ولونها بني رمادي مقارنة باللون الأصفر الذهبي الى الأحمر. أما عند كسر الحبوب السهلة التكسر أصلا فتظهر مليئة بمسحوق أسود عبارة عن أبواغ الفطر وهي تكون ذات رائحة كريهة شبيهة برائحة السمك المتفعن (شكل11.33)(Anonymous،1987؛ Agrios،1997).



شكل 11.31: منظر حقل القمح المصاب بالتفحم المغطى

(Mathre،2000-2005)



شكل 11.32: سنابل مصابة بمرض تفحم كارنال(يمين) وسنبلة مصابة بالتفحم المغطى تظر غياب الحبوب(يسار)

عن: R. Duran و(2005–2000،Mathre)

http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=0177041

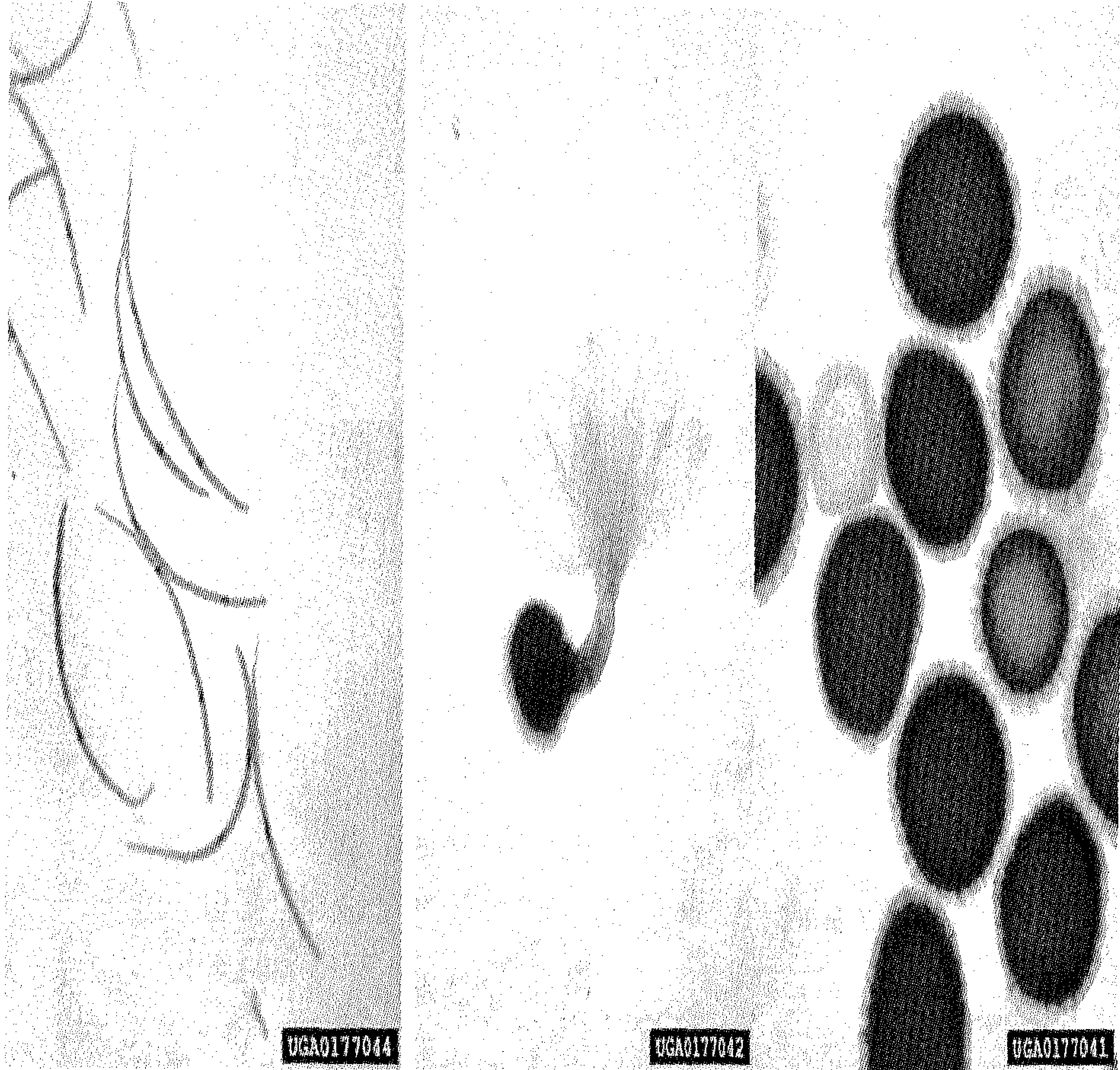
الفطريات المرضة (Pathogens): تتسبب أمراض التفحم المغطى المختلفة عن فطريات متقاربة من انواع مختلفة. حيث يتسبب مرض التفحم العادي عن الفطرين (*Tilletia laevis* (= Syn *T. foetida*). و *Tritici* (= Syn *T. caries*) . بينما يتسبب مرض التفحم القزمي عن الفطر *T. contraversa* ومرض تفحم كارنال عن الفطر *T. indica* . تختلف الأبواغ التيلية لهذه الفطريات في زخرفة جدرانها ووجود او غياب الأشواك عليها (شكل11.34 و11.35). تمتلك هذه الفطريات غزلا فطريا شفافا مقسما تتحول معظم خلاياه الى أبواغ تيلية. وعند إنبات البوغ التيلي تتكون بازيدة تحمل في نهايتها 8 – 16 بوغ بازيدي في حالة الفطرين *T. tritici* و*T. laevis* بينما تكون 14 – 30

بوغ في حالة الفطر *T. contraversa* و32 – 128 بوغ في حالة الفطر *T. indica* . الأبواغ البازيدية التي تسمى عادة بالسبوريدات الأولية تتحد في أزواج متوافقة جنسيا من خلال تكوين أنابيب تزاوج عرضية حيث يشكل كل زوج ما يشبه حرف H (شكل11.36). تنقسم نواة كل سبوريدة اولية وتنتقل أحد النواتين الى الخلية الأخرى وهكذا تصبح السبوريدات ثنائية النواة(Agrios،1997 ؛Maloy & Inglis،1993، 1993)



شكل 11.33: كتل الأبواغ التيليتية من الحبوب المصابة

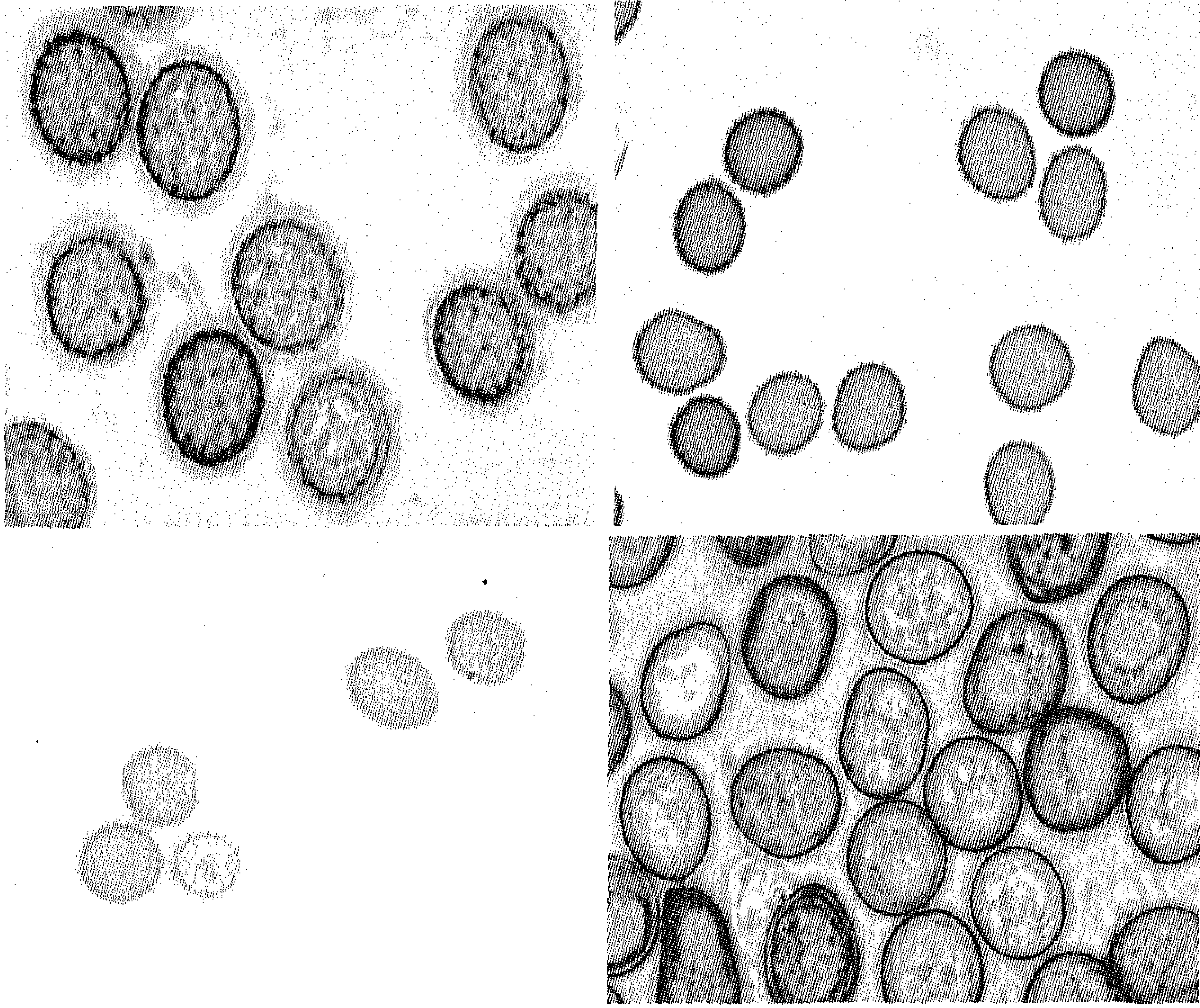
(Mathre،2000–2005)



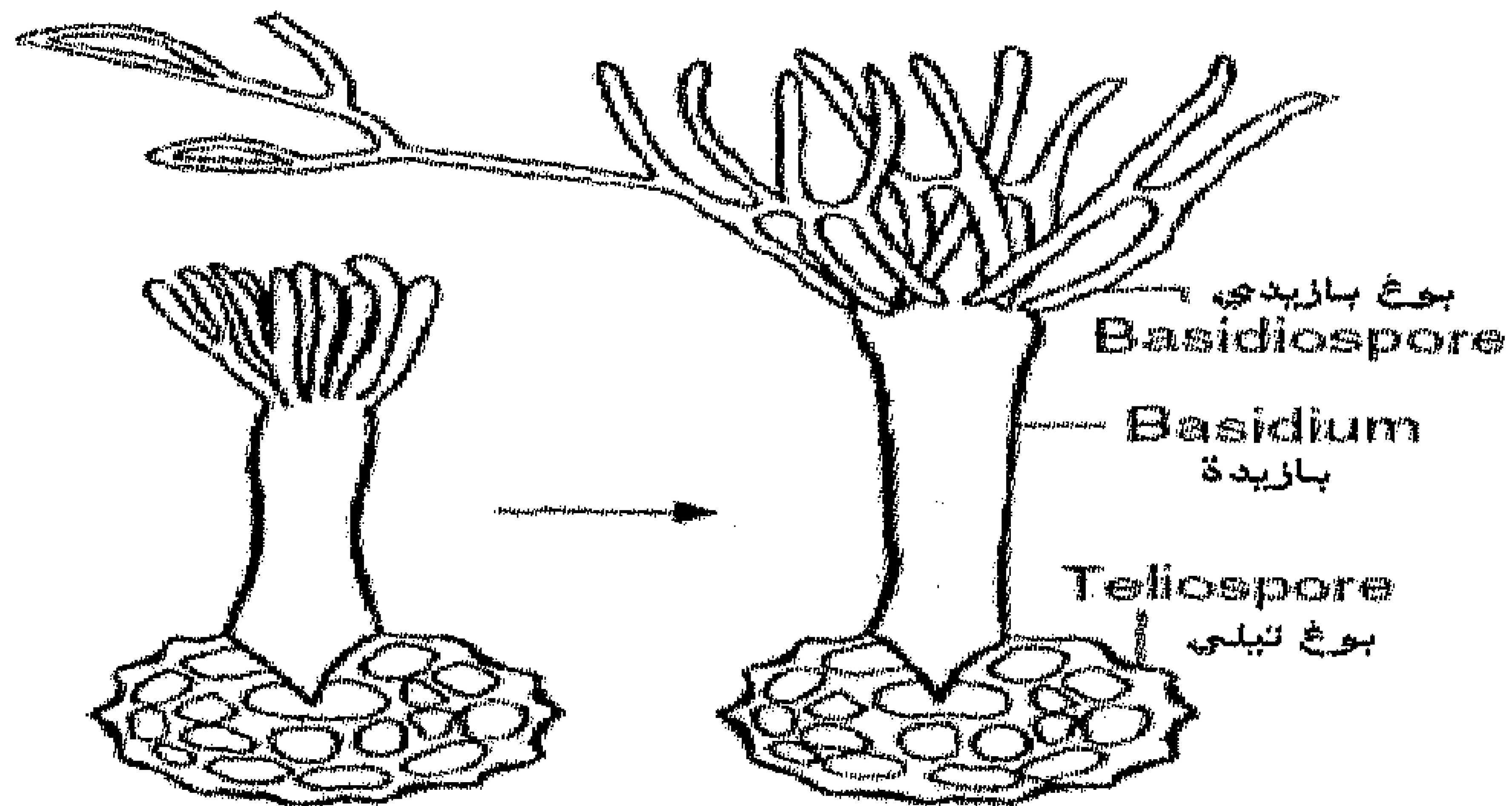
شكل **11.34**: الأبواغ التيلية للفطر **Tilletia indica X 200**(يمين فوق) والبوغ التيلي النابت وتكوين البازيدة والسبوريدات (وسط) والسبوريدات الثنائية النواة(يسار)

عن: **R. Duran**

http: / /www.forestryimages.org /browse /detail.cfm?imgnum=0177041



شكل **11.35**: أبواغ الفطر(Tilletia tritici (**syn**. T. caries(أعلى يمين ويسار) و(أسفل يمين) وT. contraversa(أسفل يسار)
عن: (**Mathre،2000-2005**) و
D:\plant diseases\SMUT\Systematics of Tilletia.htm



شكل **11.36**: إنبات البوغ التيلي (البوغ الكلاميدي) لفطر التفحم المغطى *Tilletia*.

البويغات أو السبوريدات(Sporidia) وهي أبواغ بازيدية أحادية التضاعف تتكون على طرف إنبوب الإنبات (الغزل الفطري الأولي Promycelium) عندما تنبت السبوريدة الأولية تكوّن سبوريدات ثانوية ثنائية النواة وهذه الأخيرة تكوّن غزلا فطريا خلاياه ثنائية النواة قادر على إصابة العائل. الخيط الفطري الثنائي النواة يخترق نسيج بادرة القمح النامية وتتركز الإصابة خلف القمة النامية لنبات القمح. ثمة سباق بين رغبة الفطر في الوصول الى القمم النامية لكل فرع من فروع النبات قبل تمدد السلاميات ودفاعات العائل التي تحاول إفشال الإصابة وتطورها. إذا كانت الظروف البيئية ملائمة لنمو المرض سيتمكن من الوصول الى معظم القمم النامية ومن ثم ستصبح معظم السنابل مصابة. أما إذا كانت الظروف البيئية ليست ملائمة للممرض أو أن دفاعات العائل كانت فعالة فإن الإصابة ستفشل او تقتصر على عدد قليل من السنابل(Mathre،2000-2005).

يخضع الفطر *T. controversa* لإجراءات الحجر الزراعي وعليه يجب تفريقه عن فطريات التفحم المغطى العادي. إن أبواغ الفطر *T. controversa* ذات زخرفة شبكية سمكها 1.5 - 3 مكم مقارنة بأقل من 1.5 مكم في أبواغ الفطرين الآخرين. كما أن أبواغ الفطر تكون مغطاة بطبقة من غلاف جيلاتيني شفاف سمكه 1.5 - 5 مكم. كذلك تنبت أبواغ الفطر *T. tritici* على 2٪ وسط ماء - اكار في 18 مْ بعد 3 - 5 أيام من الحضانة بينما لاتنبت أبواغ الفطر *T. controversa* إلا بعد 3 - 6 أسابيع وبدرجة حرارة مثلى 5 مْ مع توفر الإضاءة. أما إنبات أبواغ الفطر *T. indica* فيكون في درجة حرارة مثلى 15 - 25 مْ(Fuentes-Dávila *et al*.).

تطور المرض (Development of Disease)

تشتي الفطريات المسببة لمرض التفحم المغطى العادي كأبواغ تيلية على الحبوب او ربما في التربة لمدة قد تصل الى سنتين. بينما تبقى مسببات التفحم القزمي وتفحم كارنال لمدة 3 الى 10 سنوات. عند زراعة الحبوب الملوثة أو عند زراعة حبوب سليمة في تربة ملوثة

بأبواغ الفطريات المسببة للتفحم العادي تنبت الأبواغ التيلية بسهولة في الظروف الملائمة لإنبات بذور القمح نفسها. تنبت الأبواغ بتكوين بازيدة تحمل في نهايتها السبوريدات الأولية ثم تكوّن السبوريدات الثانوية كما سبق ذكره. بعد ذلك تنبت السبوريدات الثانوية مكونة غزلا فطريا ثنائي النواة يقوم بإصابة البادرات الحديثة. أما الأبواغ التيلية لمسبب التفحم القزمي فإنها يمكن ان تنتشر أيضا عن طريق البذور الملوثة او التربة الملوثة (Goates & Peterson،1999) لكنها بطيئة الإنبات حيث تحتاج الى 3 – 10 أسابيع من اجل تحقيق أعلى نسبة إنبات في درجات الحرارة المثلى (3 – 8 مْ)، علما ان الثلج الذي يغطي سطح التربة يجعل درجة حرارة سطح التربة بحدود – 2 الى 2 مْ ويترافق ذلك مع نسبة إصابة عالية. عند إنبات السبوريدات الثانوية يقوم الغزل الفطري الناتج عنها بإصابة بادئات أفرع النبات النامي بعد خروجه من التربة وعادة تتناسب شدة الإصابة مع زيادة تفرع النبات، في حين تكون البادرات النامية والأفرع القديمة مقاومة للإصابة. وبعد إختراق النبات يقوم الغزل الفطري بالنمو ما بين الخلايا ويغزو انسجة الأوراق النامية والأنسجة المرستيمية في قمة النمو. يبقى الغزل الفطري ساكنا خلال الشتاء ثم يستعيد نشاطه في الربيع مع زيادة نمو النبات. وعند تكوين النبات للسنابل يقوم الغزل الفطري بغزوها حتى قبل خروجها. وعند نضج الحبوب يزداد نمو الغزل الفطري مستهلكا المواد الغذائية في الحبوب ومكونا الأبواغ الكلاميدية تاركا غلاف البذرة سليما ليكون غلافا لكتل الأبواغ. لاتخرج الأبواغ إلا بعد تمزق الغلاف أثناء عمليات الحصاد ومعالجة الحبوب وتعرضها للتاثيرات الميكانيكية خلالها. تنتقل الأبواغ المتحررة بواسطة الهواء كما تلوث الحبوب السليمة(Agrios،1997).

السيطرة على المرض (Control)

1. لفطريات التفحم المغطى المختلفة سلالات ممرضة وتوجد في نباتات القمح جينات مقاومة تخضع لآلية جين – جين وإن جينات المقاومة ضد احد المسببات المرضية التي يمتلكها النبات تعمل ايضا ضد المسببات الأخرى(Goates *et al.*،1994). وعليه فإن إستخدام الأصناف المقاومة متطلب أولي في برنامج الوقاية.

2. إن طريقة المكافحة المتكاملة تتضمن إستخدام بذور من اصناف مقاومة وخالية من التلوث بأبواغ الفطريات المرضة ومعاملة بالمبيدات الكيميائية.

مرض التفحم الكاذب على أوراق النخيل

Graphiola **leaf spot**

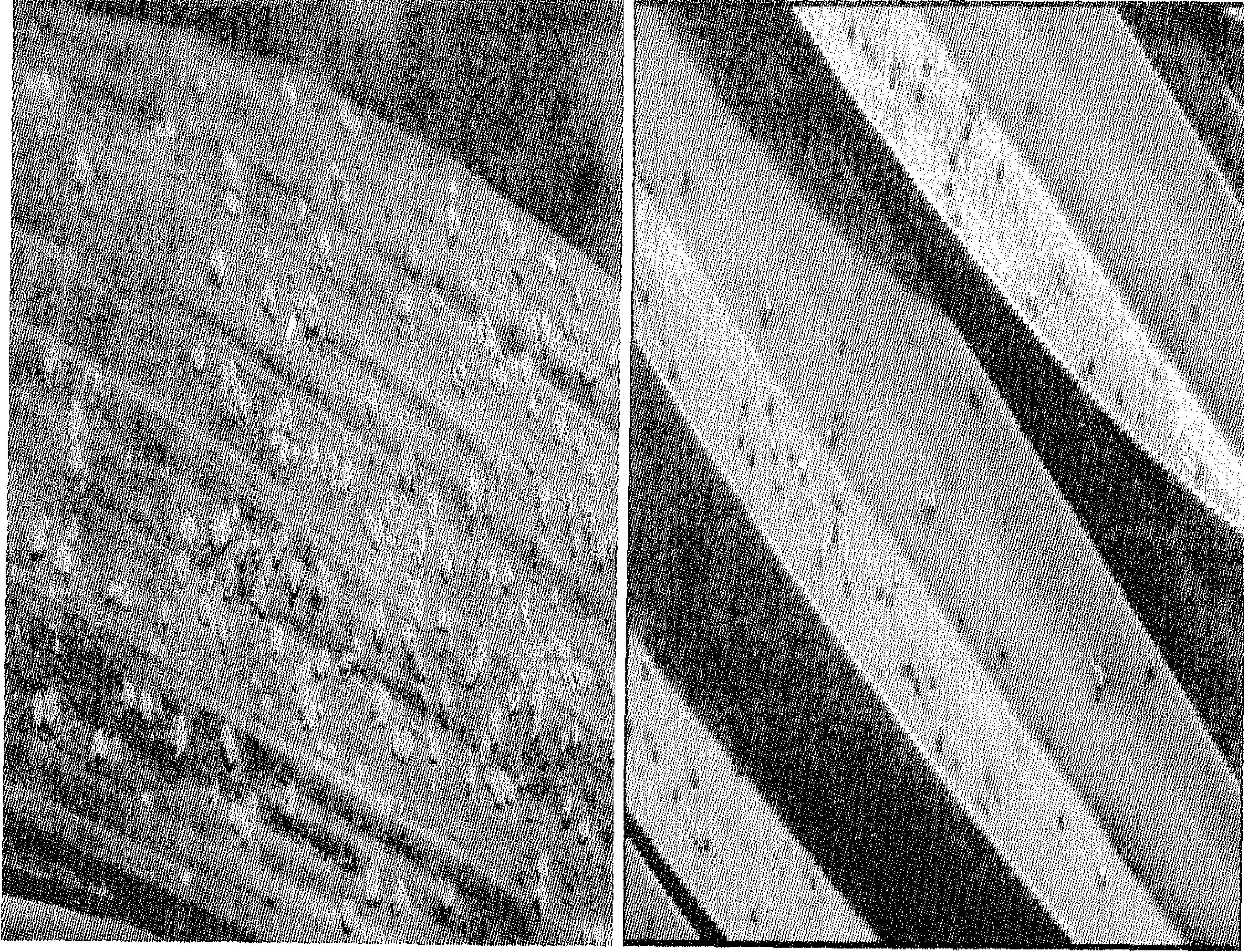
يسمى المرض ايضا بالتفحم الكاذب (False Smut) وبثور أوراق النخيل (Palm Leaf Postules). المرض قليل الأهمية في المناطق الصحروية الجافة أو قد تكون له أهمية جمالية، لكنه من أكثر الأمراض إنتشارا على نطاق العالم حيث يزرع نخيل التمر تحت ظروف الرطوبة العالية كسواحل البحر المتوسط كما أنه ينتشر في المناطق الجنوبية الرطبة في أفريقيا: موريتانيا ومالي والنايجر والسنغال. ينتشر المرض في مصر خصوصا في الدلتا والفيوم لكنه ينخفض في المناطق القليلة الرطوبة. وينتشر بكثافة في الدمام والقطيف وجدة في المملكة العربية السعودية وقطر وثمة تقارير عن وجوده في الجزائر وليبيا وكينيا والولايات المتحدة. المرض غير مسجل في العراق(Zaid *et al.*،2002 ; Abbas & Abdulla.،2004).

ينتشر المرض اساسا على أنواع *Phoenix* مثل نخيل التمر *Phoenix dactylifera* ونخيل الكناري *P. canariensis* ونادرا على النخيل البري *P. sylvestris* لكنه يصيب نباتات أخرى مثل *Acoelorrhaphe wrightii* و *Arenga pinnata* و *Butia capitata* و *Chamaerops humilis* و *Coccothrinax argentata* و *Cocos nucifera* و *Dypsis lutescens* و *Livistona alfredii* و *Livistona alfredii* و *L. chinensis* و *Phoenix roebelenii* و *P. theophrasti* و *Prestoea acuminata* و *Roystonea regia* و *Sabal minor* و *S. palmetto* و *Syagrus romanzoffiana* و *Thrinax morrisii* و *Washingtonia robusta*.

تؤدي الإصابة الى تخفيض عمر الورقة الطبيعية من 6 – 8 سنوات الى 3 سنوات. كما أن الإصابة الشديدة للأوراق تؤدي الى موت الأوراق قبل الآوان ولهذه الحالات تأثير على إنتاجية النخلة(Elliott، ?).

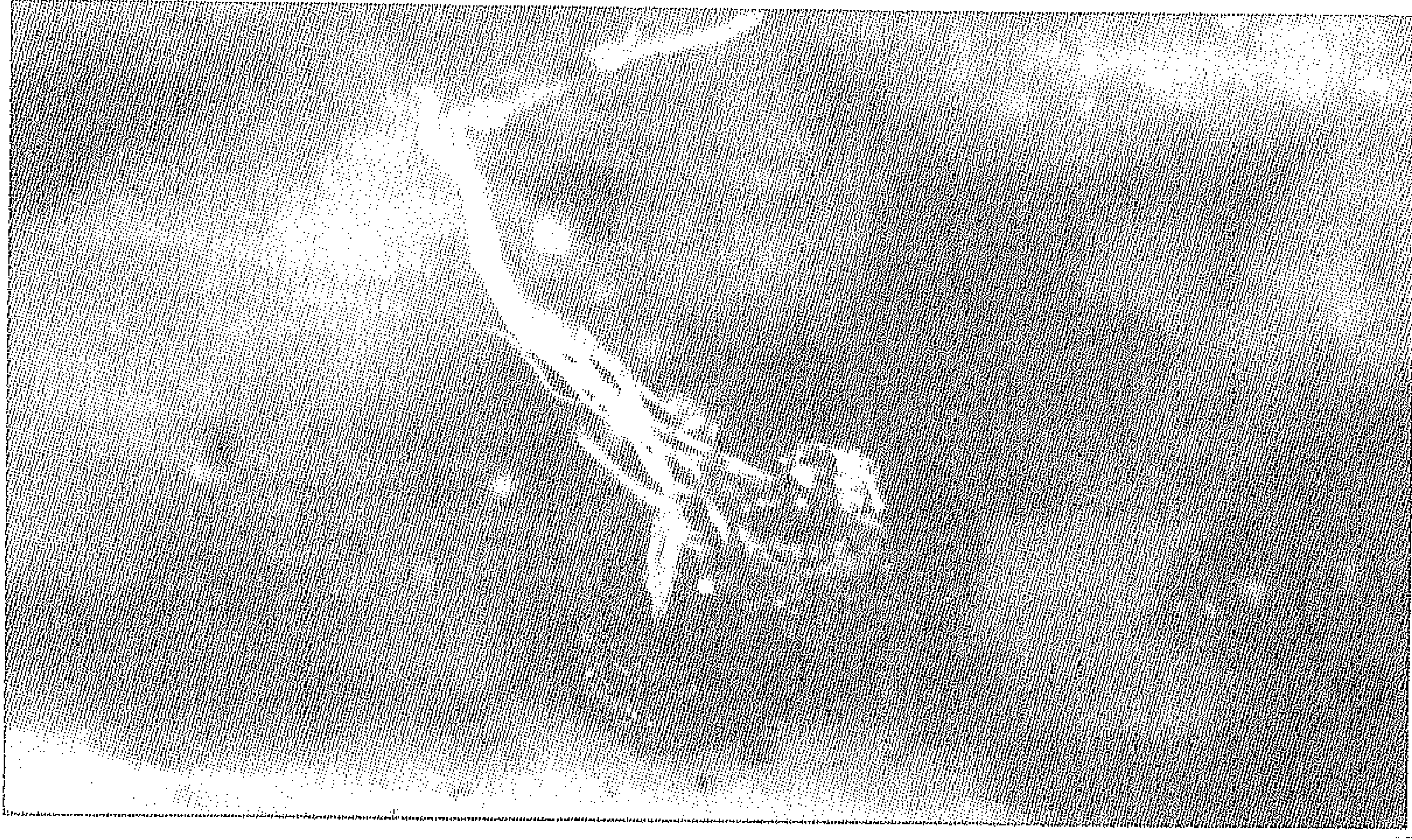
الأعراض (Symptoms)

تظهر بقع صغيرة (1 – 3 ملم) صفراء بنية الى سوداء ذات طبقتين على جانبي الوريقات والسعفة وقاعدتها. البقع هي البثور التي يكونها الفطر. البثور تكون كثيفة على الوريقات القمية وتقل في الوسط وأقل على الوريقات السفلية. تكثر هذه البثور على الأوراق التي بعمر 3 سنوات وتكون أوضح على الأوراق التي بعمر سنتين لكنها تكون قليلة أو غير موجودة على الأوراق بعمر سنة واحدة بسبب طول فترة الحضانة التي تبلغ 10 – 11 شهرا (شكل 11.37 و11.38).



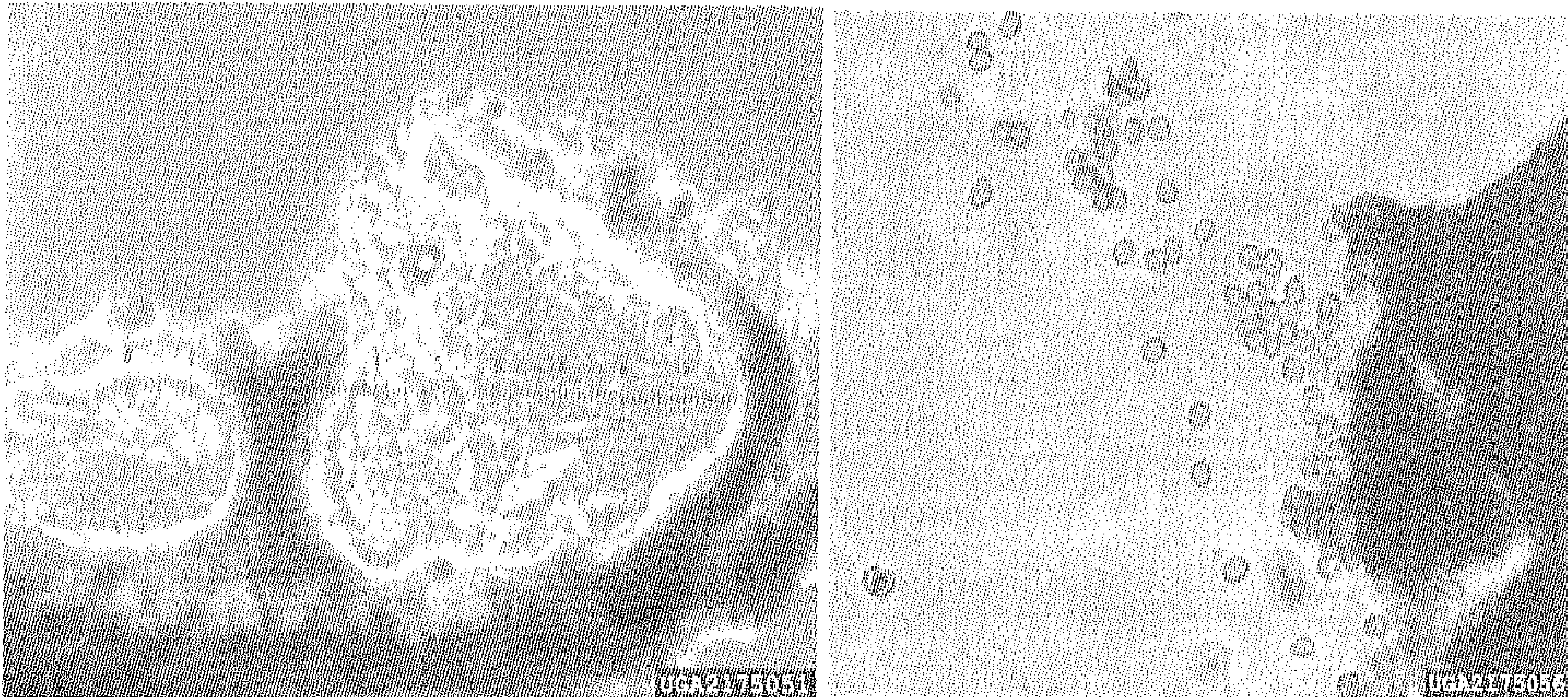
شكل 11.37: بثور الفطر Graphiola phoenicis الداكنة (المفرغة من الأبواغ) والفاتحة اللون (محملة بالأبواغ) على اوراق نخيل التمر. الإصابة الخفيفة(يمين) والإصابة الشديدة(يسار)

عن: (Elliott، ؟)



شكل 11.38: صورة مقربة لبثور الفطر Graphiola phoenicis شبه الكروية الداكنة اللون تظهر التراكيب الخيطية البيضاء اللون
عن: (**Elliott**، **?**)

الفطر الممرض (**Pathogen**): يتسبب المرض عن الإصابة بالفطر *Graphiola phoenicis* وهو من فطريات التفحم. الأبواغ كروية الى إهليليجية ذات جدرن سميكة شفافة، قطرها 3 – 6 ملك(Abbas & Abdulla.،2004) (شكل11.39).



شكل 11.39: بثور الفطر *Graphiola phoenicis* في نسيج العائل وهي مزدحمة بالأبواغ اللاجنسية(يسار) والتي تنشر الى الهواء(يمين)

تطور المرض (Development of Disease)

لم نجد في التقارير والبحوث المنشورة ما يشير الى وبائية المرض، لكن إنتشاره على ما يبدو يعتمد على إنتقال الأبواغ من البثور في الأوراق المصابة بواسطة الهواء وضرورة توفر الرطوبة النسبية الملائمة من إجل إنبات الأبواغ وتحقيق الإصابة. هذا ما تؤكده حقيقة أن المرض ينتشر بسرعة أكثر في البساتين المزدحمة (بمباعدة لا تتجاوز 4 – 5 م) بالنخيل(Abbas & Abdulla.،2004). عند إختراق بشرة الورقة، يحقق الفطر نموا محدودا جدا تحت البشرة. زيادة كثافة الأبواغ في التركيب الثمري يؤدي الى تمزق نسيج البشرة وظهور البثور وإنطلاق الأبواغ بواسطة تيارات الهواء. إن كثافة البثور على سطح الورقة هو المؤشر لشدة المرض. يمكن ان تظهر علامات المرض مع أعراض أمراض أخرى كنقص العناصر الغذائية او بعض الإصابات الأخرى(Zaid *et al.*،2002 ; Elliott، ؟) (شكل 11.40).



شكل 11.40: الإصابة المختلطة لورقة نخيل التمر بالفطر Graphiola phoenicis(البثور الصغيرة الفاتحة) والفطر Stigmina palmivora(البقع البنية الكبيرة). لاحظ بعض بثور الفطر الأول ضمن بقع الفطر الثاني عن: (Elliott ،؟)

السيطرة على المرض (Control)

1. إزلة الأوراق المصابة مصحوبة بالمعاملة بمزيج بوردو أو المبيدات الفطرية واسعة الطيف (مثل مانكوزيب ومبيدات الدايثيوكاربامات الأخرى). عملية رش المبيدات تتم لثلاث مرات في مدة 15 يوما.

2. زراعة الأصناف المقاومة. ثمة مقاومة للمرض في اصناف نخيل التمر الخستاوي والبرحي وأدباد ورحمن وكزاز والجوزي وإتيما وتدالة(Zaid *et al.*،2002).

أمراض تعفن الجذر والساق
المتسببة عن الفطريات البازيدية
Root and Stem Rot Caused
by Basidiomycota

يسبب عدد من انواع الفطريات البازيدية أمراض تعفن الجذر وقواعد السيقان على النباتات المختلفة. الفطريات المسببة تشمل *Rhizoctonia* و*Sclerotium* على النباتات العشبية و*Typhula* و*Marasmius* على الحشائش والثيل و*Armillaria* و*Heterobasidion* و*Phellinus* و*Polporus* على الأشجار.

تعفن الجذر والساق المتسببة عن فطريات
Rhizoctonia وSclerotium

تعتبر فطريات *Rhizoctonia* و*Sclerotium* من الفطريات العقيمة كونها لا تكون أي نوع من انواع الأبواغ الجنسية واللاجنسية بل تعتمد في تكاثرها على تجزؤ الخيط الفطري وتكوين اجسام حجرية مقاومة للظروف البيئية غير الملائمة. لكن في السنوات الأخيرة تبين ان بعض انواع الفطر *Rhizoctonia* و*Sclerotium* تكوّن أبواغ بازيدية وعليه أعتبرت تابعة للفطريات البازيدية. فقد وجد ان بعض انواع الفطر *Rhizoctonia* تكوّن أبواغ بازيدية تعود الى الأجناس البازيدية *Thanatephorus* و*Waitea* و*Ceratobasidium* لكن تكوين الأبواغ البازيدية من قبل بعض الأنواع يتم تحت ظروف معينة في المختبر

ونادرا ما يحدث ذلك في الطبيعة وعليه فهو يلعب دورا ضئيلا في حياة هذه الفطريات مما أبقى معاملة هذه الفطريات كفطريات عقيمة. مع ذلك تم إكتشاف تكوين الفطر *S. bataticola* لكونيدات من نوع *Macrophomina* كما اكتشف تكوين الفطر *S. oryzae* للأبواغ الكيسية(Tredway & Burpee،2001 ؛Agrios،1997).

أمراض الفطر Rhizoctonia
Diseases Caused by Rhizoctonia

تعتبر فطريات *Rhizoctonia* من مستوطنات التربة المدمرة حيث تسبب عددا كبيرا من الأمراض على انواع عديدة من النباتات. فهذه الفطريات تسبب أمراضا مختلفة منها تعفن البذور وتسقيط البادرات وتسوس الساق وتعفنات الجذور وتعفن الثمار(Priyatmojo *et al.*،2001). تختلف الأعراض التي تحدثها بإختلاف نوع النبات ومرحلة نموه والظروف البيئية السائدة.

تسقيط البادرات (Damping-Off): تبدا الأعراض بظهور بقعة مائية على الساق القريب من سطح التربة سرعان ما تصبح غائرة ويتحول لونها الى البني. ومع زيادة درجة الحرارة والرطوبة تخصر البقعة الساق وينكسر. يستمر الفطر بالنمو خلال الساق والأوراق حيث تصبح بنية اللون وتموت (شكل11.41). يتسبب مرض تسقيط البادرات على التبغ بواسطة الفطر *R. solani* AG4 (Gutierrez *et al.*،2001).



شكل 11.41: أعراض مرض تسقيط البادرات على التبغ
المتسبب عن الفطر Rhizoctonia solani
عن: (**Gutierrez** et al.**،2001**)

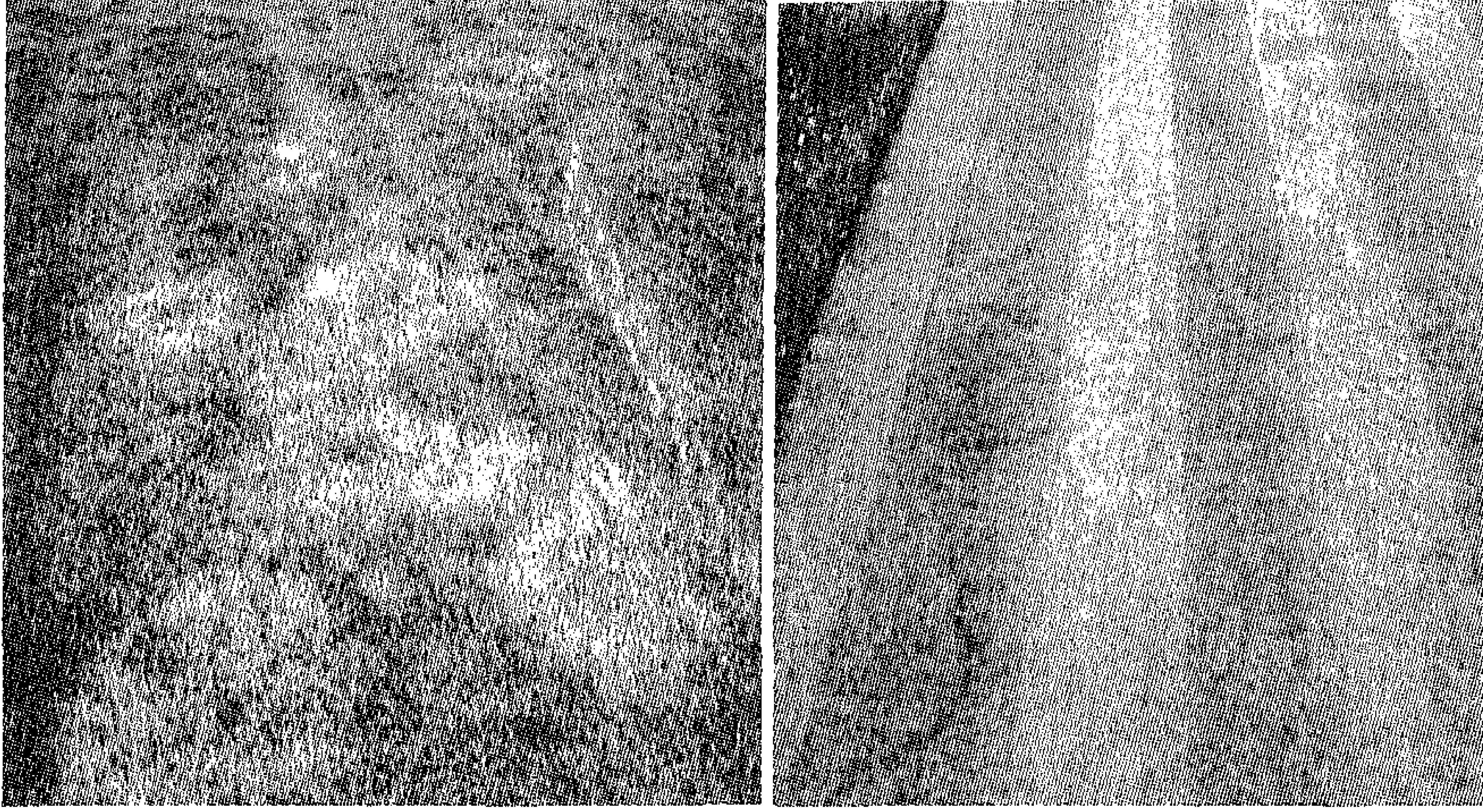
يمكن ان تظهر أعراض تسوس ساق البادرة على التبغ والقطن والتي تهرب من الإصابة بتسقيط البادرات أو طور اللفحة منه حيث الظروف البيئية غير ملائمة لتطور المرض. تظهر بقعة التسوس على الساق غائرة، بنية محمرة والتي يمكن ان تطوق الساق. وعند إرتفاع درجة حرارة التربة في نهاية الموسم يمكن ان تظهر النباتات شفاءا جزئيا من خلال النموات الجديدة للجذور.

تعفن الجذر والساق (Root and Stem Rot): يمكن ان يسبب الفطر قروحا على جذور البادرات أو النباتات النامية حيث تظهر قروح حمراء – بنية تحت خط التربة ولكن تتوسع في الظروف الباردة الرطبة ثم يزداد عدد البقع وتتوسع لتشمل معظم الجذر وقاعدة الساق. إن هذا يؤدي الى ضعف النبات واصفراره وربما موته.

وعلى النباتات التي يكون نموها الخضري ملامسا للتربة مثل الخس واللهانة يمكن ان تصاب الأوراق الملامسة للتربة الملوثة بالفطر حيث تنشأ قروح على سويق الأوراق والعرق الوسطي تصبح بنية محمرة وهلامية. ثم تنتقل الإصابة من ورقة الى اخرى لتشمل النمو الخضري كله وتتكون الأجسام الحجرية بين الأوراق(Agrios،1997).

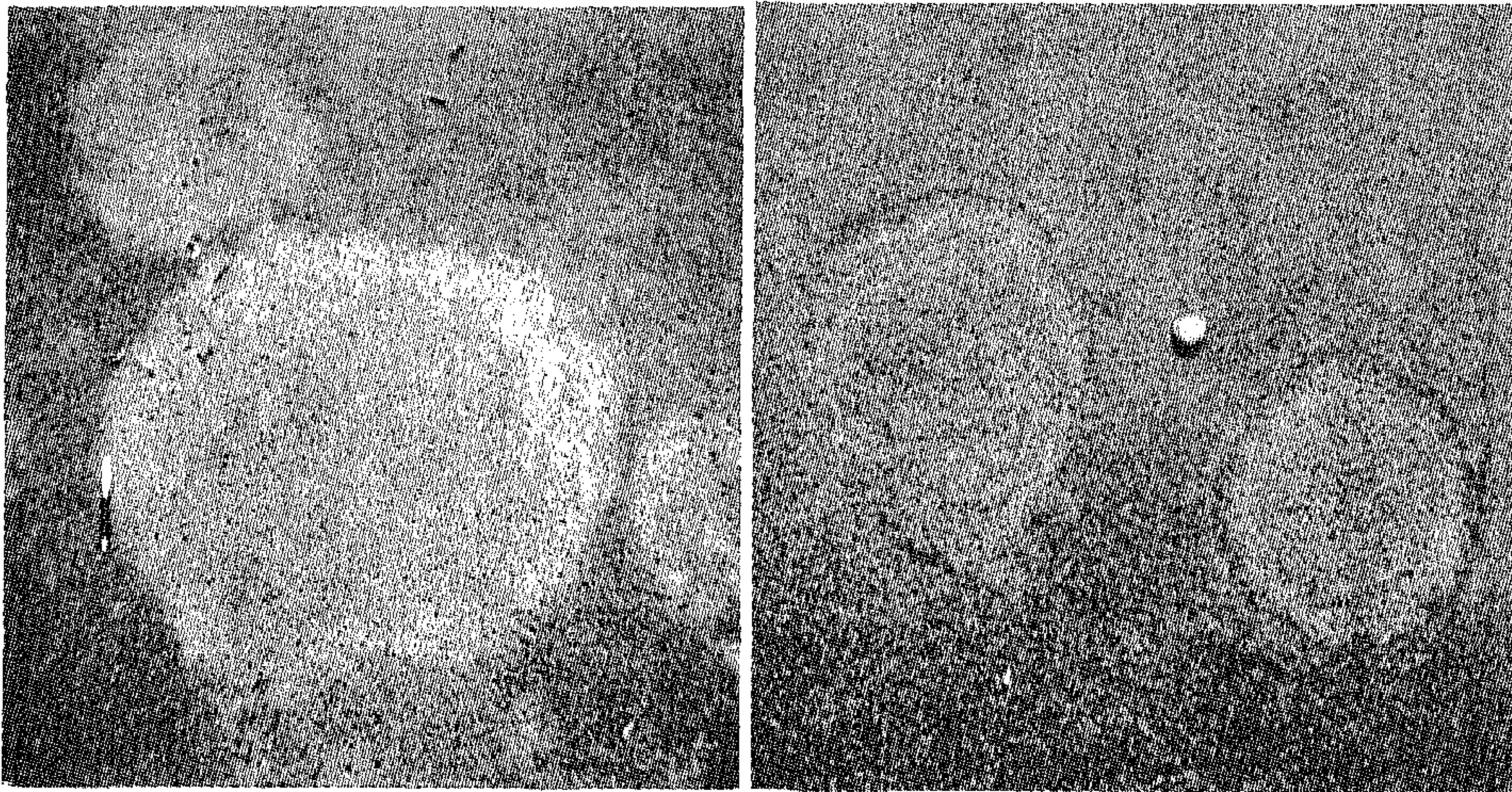
أمراض الثيل (Turf Diseases): يسبب الفطر *R. solani* عددا من الأمراض على مسطحات الثيل تشمل الرقعة البنية (Brown Patch) (شكل11.42 و11.43) والرقعة الكبيرة (Large Patch) (شكل11.44) وبقعة الورقة والغمد (Leaf and Sheath Spot) (شكل11.45) والرقعة الصفراء (Yellow Patch) (شكل11.46).

إن الرقعة البنية من أمراض ثيل المواسم الباردة مثل المرجية أو النجيل (Bentgrasse) والكلثية (Bluegrasse) والعكرش (Fescue) (شكل11.47) والزوان (Ryegrasse). تتمثل الأعراض بظهور رقعة بنية الى دباغية اللون بقطر 5 الى 100 سم أو اكثر. وعندما يقص الثيل (بإرتفاع أقل من 2.5 سم) ويصبح رطبا تحاط الرقعة المتلونة بحلقة بنية داكنة او رمادية تسمى (حلقة الدخان) والتي تشير الى النمو النشط للفطر. يمكن للثيل الشفاء من المرض عند تغير الظروف البيئية او القيام بإجراءات المكافحة.



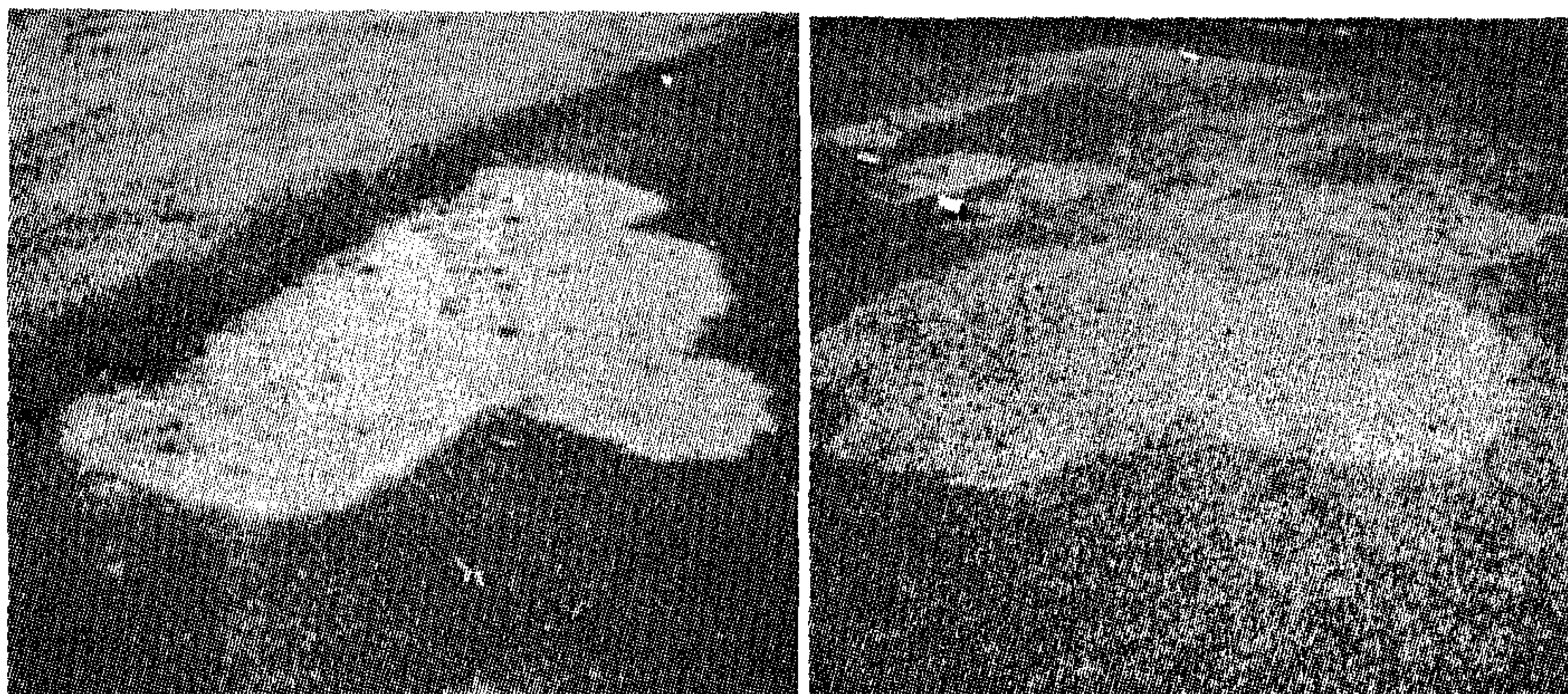
شكل 11.42: أعراض مرض الرقعة البنية على ثيل المرجية في ملعب كولف(يمين) ومرض الرقعة البنية على حقل إنتاج ثيل العكرش(يسار)

عن: (Tredway & Burpee،2001).

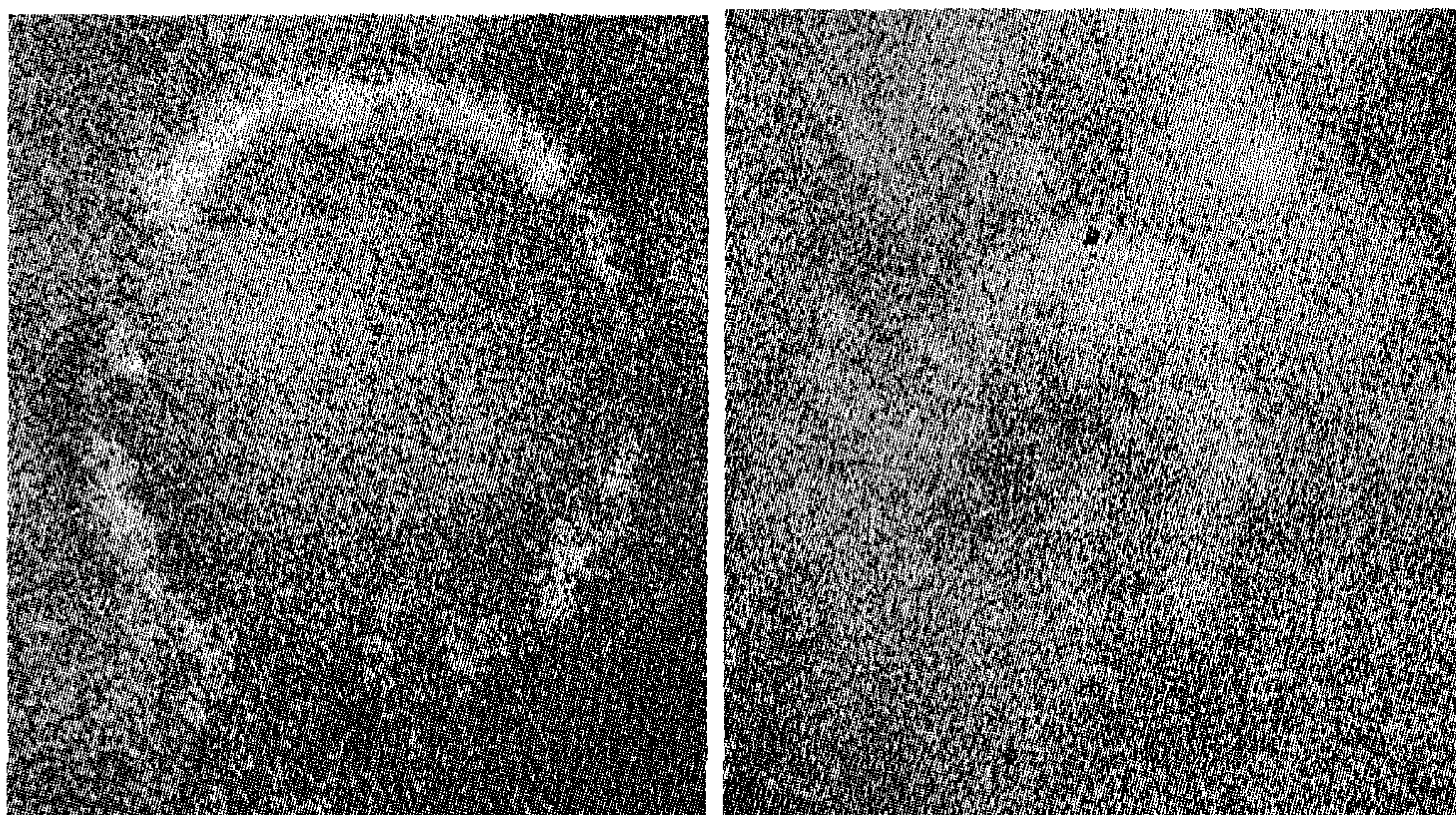


شكل 11.43: أعراض الرقعة البنية على ثيل المرجية تظهر (حلقة الدخان) وضوح حالة الشفاء من مرض الرقعة البنية حيث عودة الأخضرار في المركز

عن: (Tredway & Burpee،2001)

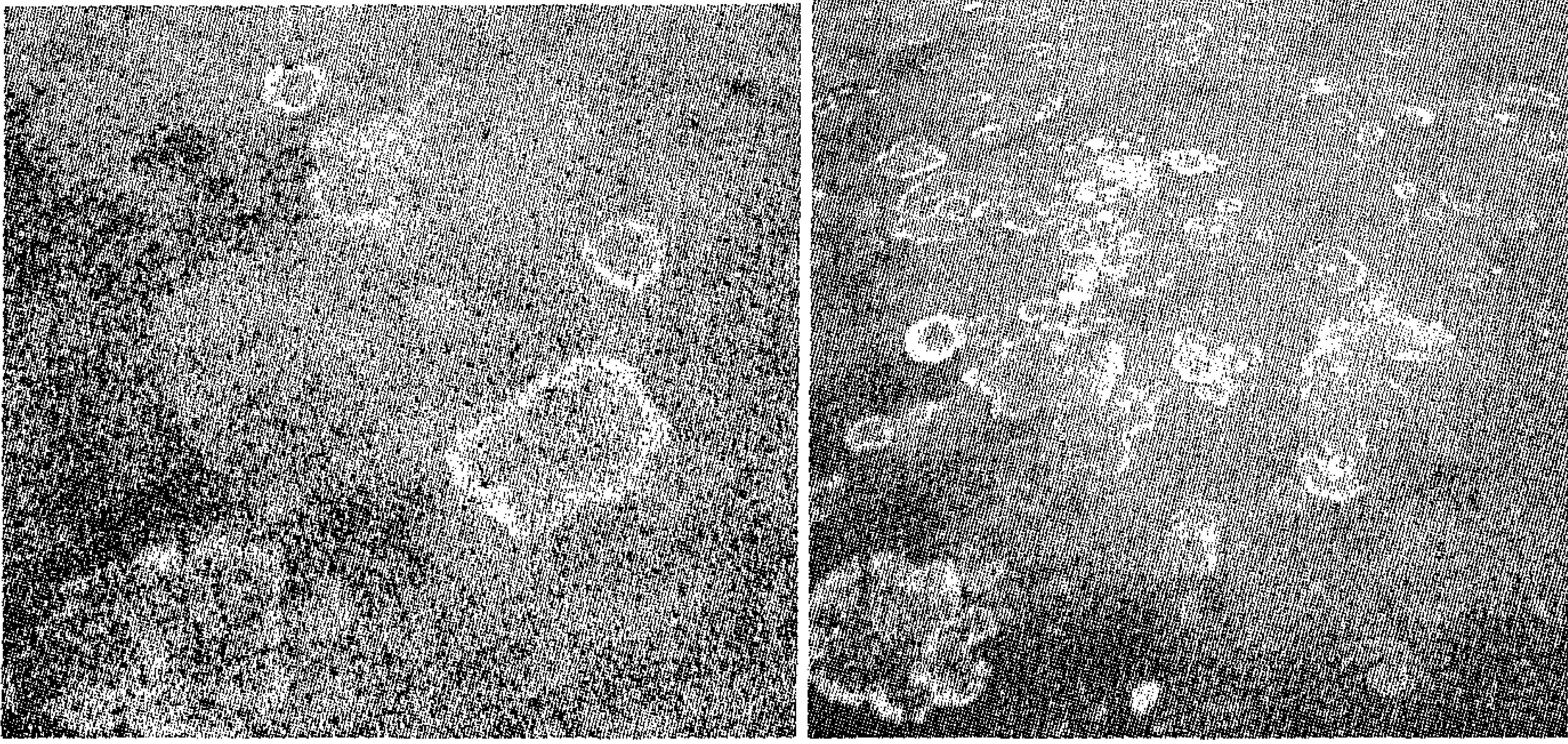


شكل **11.44**: أعراض الرقعة الكبيرة على ثيل **Zoysiagrass** (يمين) وأعراض المرض في الخريف لاحظ اللون البرتقالي لأصابات الأوراق الحديثة على الحواف(يسار) عن: (**Tredway & Burpee،2001**).



شكل **11.45**: أعراض تبقع الورقة والغمد على حقل المرجية الزاحف المتسبب عن الفطر Rhizoctonia zeae

عن: (**Tredway & Burpee،2001**).



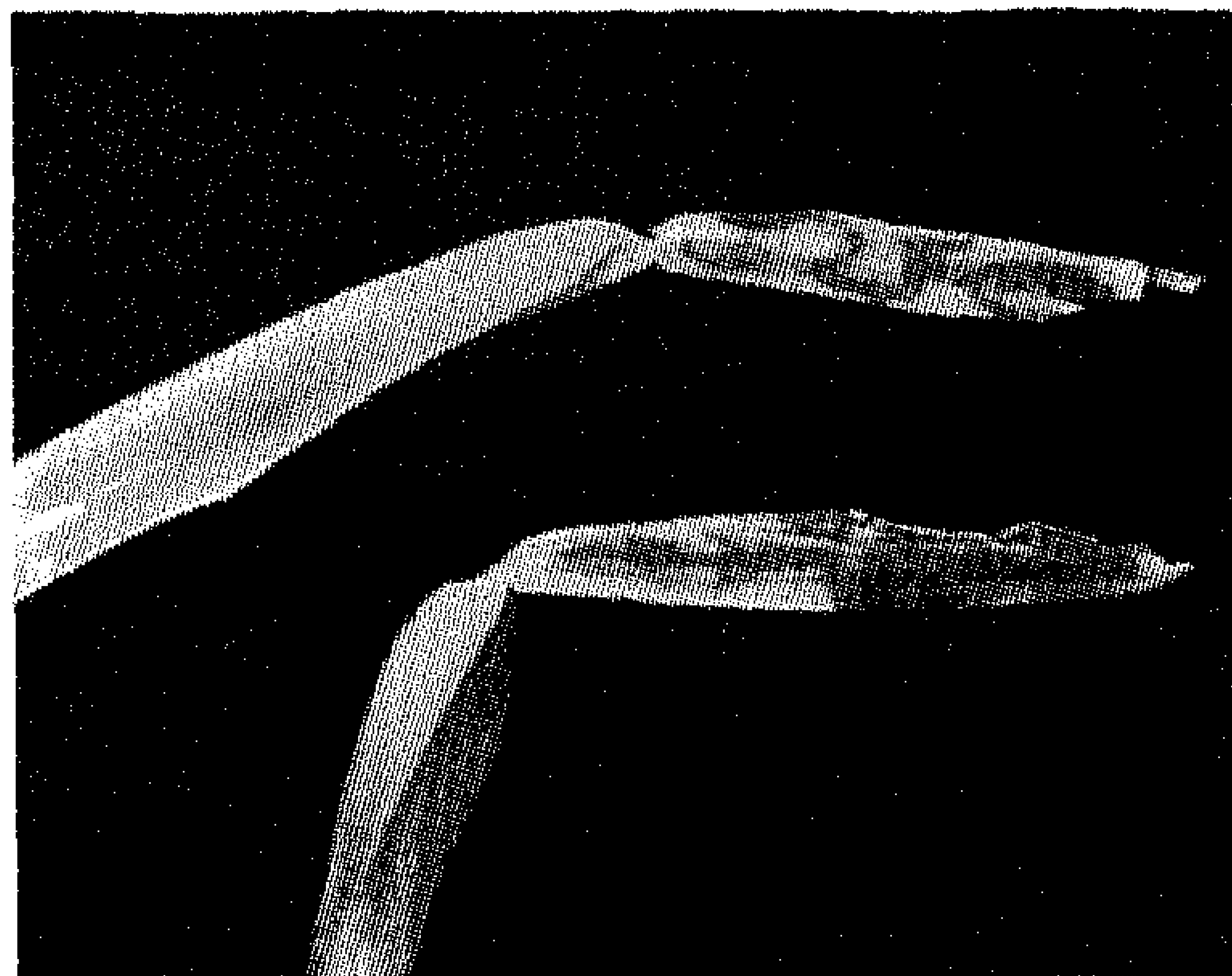
شكل 11.46: أعراض الرقعة الصفراء على ثيل المرجية الزاحف
عن: (Tredway & Burpee،2001)



شكل 11.47: أعراض إصابة ثيل العكرش الطويل بالفطر R. solani
البقع غير منتظمة، فضية رمادية اللون وحواف بنية داكنة
عن: (Tredway & Burpee،2001).

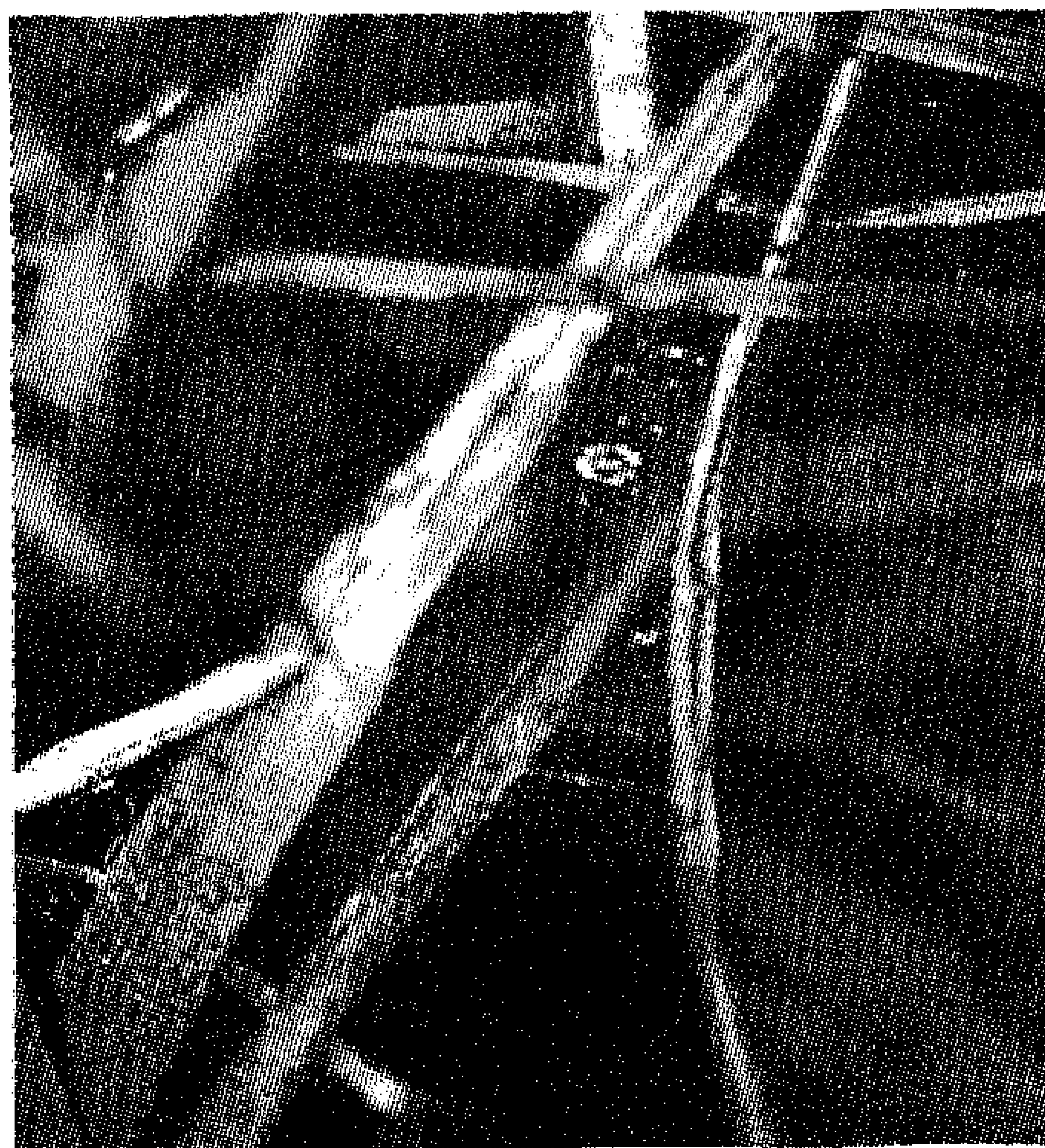
وعندما يكون الثيل بإرتفاع أكثر من 2.5 سم تظهر البقع المميزة على الأوراق. يصيب الفطر *R. solani* ثيل المواسم الحارة مثل ثيل برمودا (Bermudagrass) وحشيش المثينية (Centipedegrass) وحشيش سانت اوغسطين (St. Augustinegrass) و Zoysiagrass. يحصل المرض أثناء الربيع والخريف حيث تظهر رقع دائرية بقطر أقل

من 1 الى 8 امتار، أوراق النباتات الحديثة الإصابة تقع عند الحافة وتظهر برتقالية اللون (شكل11.48). يمكن ان تكون الإصابة دائمة بحيث تزداد رقعتها سنة بعد اخرى. أعراض الإصابة تظهر على اغماد الأوراق بشكل بقع مائية، حمراء بنية او سوداء، كما يحصل موت تراجعي للأوراق.



شكل 11.48: أعراض تبقع الغمد على ثيل **St. Augustinegrass**

عن: (**Tredway & Burpee،2001**)



شكل 11.49: تحت ظروف الرطوبة العالية تنتقل الخيوط الفطرية للفطر Rhizoctonia species من ورقة الى اخرى.

عن: (**Tredway & Burpee،2001**)

يتسبب تبقع الورقة والغمد عن الفطرين*R. zeae* و*R. Oryzae*.يتسبب مرض الرقعة الصفراء عن الإصابة بالفطر *R. cerealis* على ثيل المواسم الباردة تحت ظروف الرطوبة والأجواء الباردة. البقع على الثيل تكون بشكل حلقات او غير منتظمة يتراوح قطرها بين 15 الى 100 سم. يسبب الفطر لفحة الأوراق ولا تتكون (حلقة دخان) (Tredway & Burpee،2001).ويمكن ان تنتقل الخيوط الفطرية للفطر *Rhizoctonia* من ورقة مصابة الى اخرى سليمة تحت الرطوبة العالية (شكل11.49).

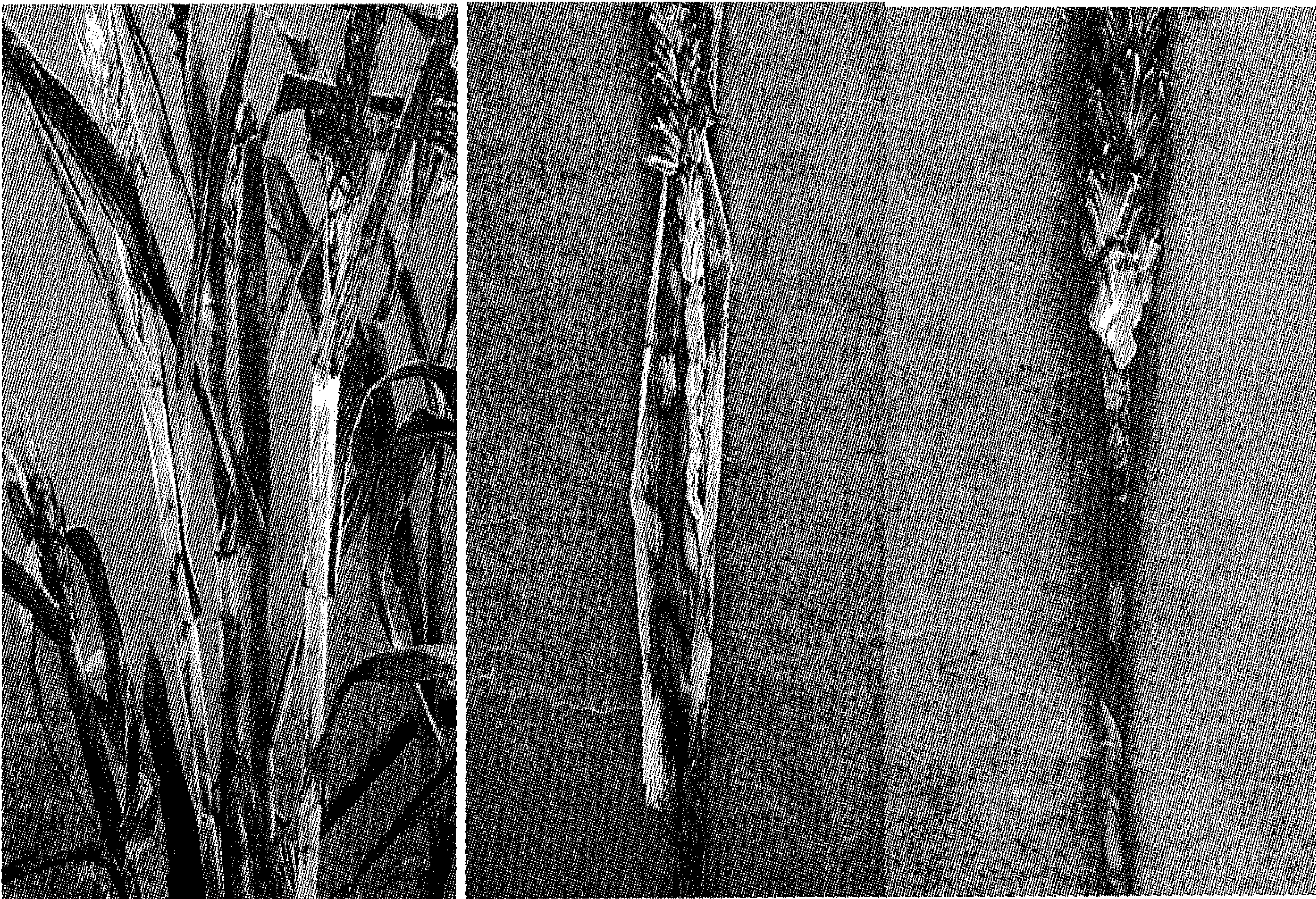
تصيب فطريات *Rhizoctonia* السيقان والجذور والأبصال والدرنات اللحمية مؤدية الى تعفنها. ومن الأمراض المهمة في هذه المجموعة مرض القشرة السوداء (Black Scurf) على البطاطا. تظهر الأعراض تحت وفوق سطح التربة حيث تهاجم البراعم النامية قبل بزوغها ويمكن ان تقتل قممها النامية او تظهر تسوسات حمراء او بنية داكنة وهذا يؤدي الى الحصول على نباتات قليلة الكثافة غير متجانسة. ويمكن ان تقتل السيقان المدادة والجذور وهكذا يختزل المجموع الجذري وكذلك عدد وشكل وحجم الدرنات الناتجة(شكل11.50).



شكل 11.50: تحزم ساق البطاطا بالتسوس (يمين) وتعفن السيقان المدادة (وسط) والنموات الهوائية (يسار) المتسبب عن الفطر R. solani

عن: (Johnson & Leach)

ومن أهم العلامات المرضية ظهور الكثير من الأجسام الحجرية السوداء على قشرة الدرنات والتي لا تزول حتى بالغسل (Johnson & Leach).ومن الأمراض التي يسببها الفطر *Rhizoctonia cerealis* على القمح مرض تبقع العين الحادة أو تعفن الحامل الزهري وهو شائع على القمح والشعير والشوفان والجاودار ويمكن ان يترافق مع تسقيط البادرات قبل وبعد البزوغ. العرض الأكثر بروزا هو ظهور قروح على قواعد السيقان خاصة قبل العقدة الثانية، علما ان الخسائر المتسببة عن المرض محدودة. في الإصابات الشديدة يحصل تعفن للحامل الزهري ويتكون غزل فطري على السطح الداخلي للورقة العلمية (شكل11.51). إن هذا يؤدي الى نضج السنابل قبل الأوان (سنابل بيضاء) ويؤثر بشدة على إنتاج الحبوب(Lovell *et al.*،2003).



شكل 11.51: أعراض تبقع العين الحادة وتعفن الحامل الزهري والأوراق العلمية للقمح القصيرعلى القمح المتسبب عن الفطر R. cerealis

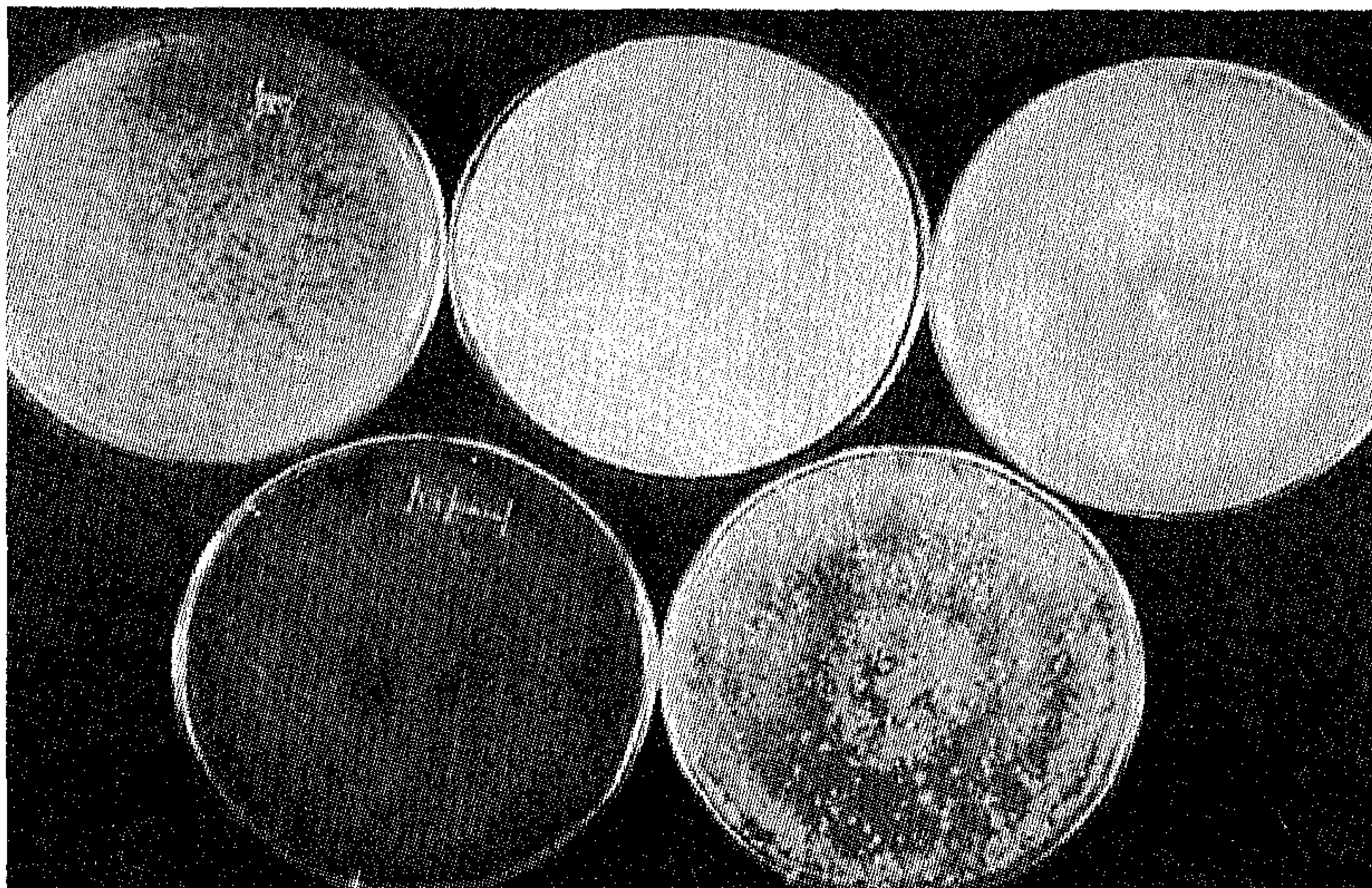
عن: (Lovell et al.**،2003)**

وتسبب انواع *Rhizoctonia* لفحة الغمد والساق على الرز وهو من اهم الأمراض التي تصيب الرز وغيره من محاصيل الحبوب(Roy،1993). تتمثل الأعراض بظهور قروح كبيرة غير منتظمة تكون تبنية اللون في المركز وحواف عريضة بنية محمرة. ويمكن أن يصيب المرض البادرات أو النباتات البالغة تحت الظروف الملائمة لتطور المرض(Agrios،1997) أو قروح إهليليجية أو بيضوية خضراء رمادية ذات حواف صفراء على غمد الأوراق أو الأوراق ذاتها احيانا وإن الفطر ينتج سم يظهر اعراض المرض وإن إنتاجه يرتبط بضراوة الفطر(Vidhyasekaran *et al.*،1997). ويسبب الفطر *Rhizoctonia oryzae* (الشكل التام = *Waitea circinata*) تبقع الغمد على الرز وتعفن جذور القمح والشعير(Paulitz *et al.*،2003).

تصاب الأشجار في الحقول والبساتين بأنواع من الفطر *Rhizoctonia*. وقد تم عزل *Rhizoctonia* ثنائية النواة تعود لمجاميع التفمم AG6 وAGG وAGI وAGJ من جذور التفاح. وسببت عزلات من المجاميع التفممية AG5 وAG6 تعفن شامل للجذور وموت لشتلات التفاح بعمر 2 الى 20 اسبوعا. إن سلوك انواع *Rhizoctonia* الثنائية النواة يعتمد على العزلة ويتراوح بين تشجيع النمو الى تعفن شديد للجذور(Mazzola، 1997). ويسبب الفطر(*R. solani* AG 1 (AG-1-ID مرض التبقع النخري على البن(Priyatmojo *et al.*،2001).

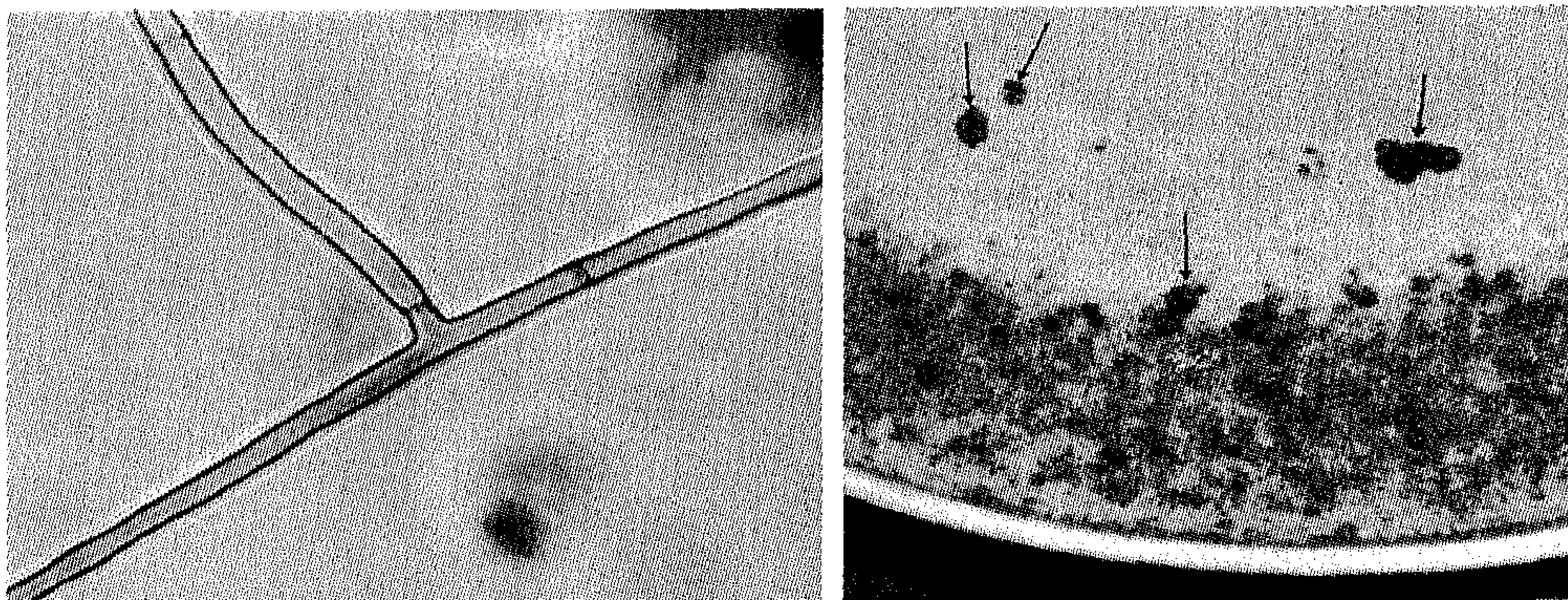
الفطريات الممرضة (Pathogens): في السنوات الأخيرة تبين أن بعض أنواع *Rhizoctonia* تظهر الأطور التامة *Thanatephorus* و*Waitea* و*Ceratobasidium* وهي جميعها من الفطريات البازيدية. تكوّن هذه الفطريات غزل فطري جيد التكوين، سريع النمو على الأوساط الزرعية كالوسط PDA يتراوح لونه بين الفاتح الى الترابي الى البني الداكن (شكل 11.52).

الغزل الفطري يتالف من خيوط فطرية تكوّن فروع عمودية على الخيط الفطري الرئيس ويتميز بوجود تخصر وحاجز عرضي قرب نقطة التفرع(شكل11.53يسار).



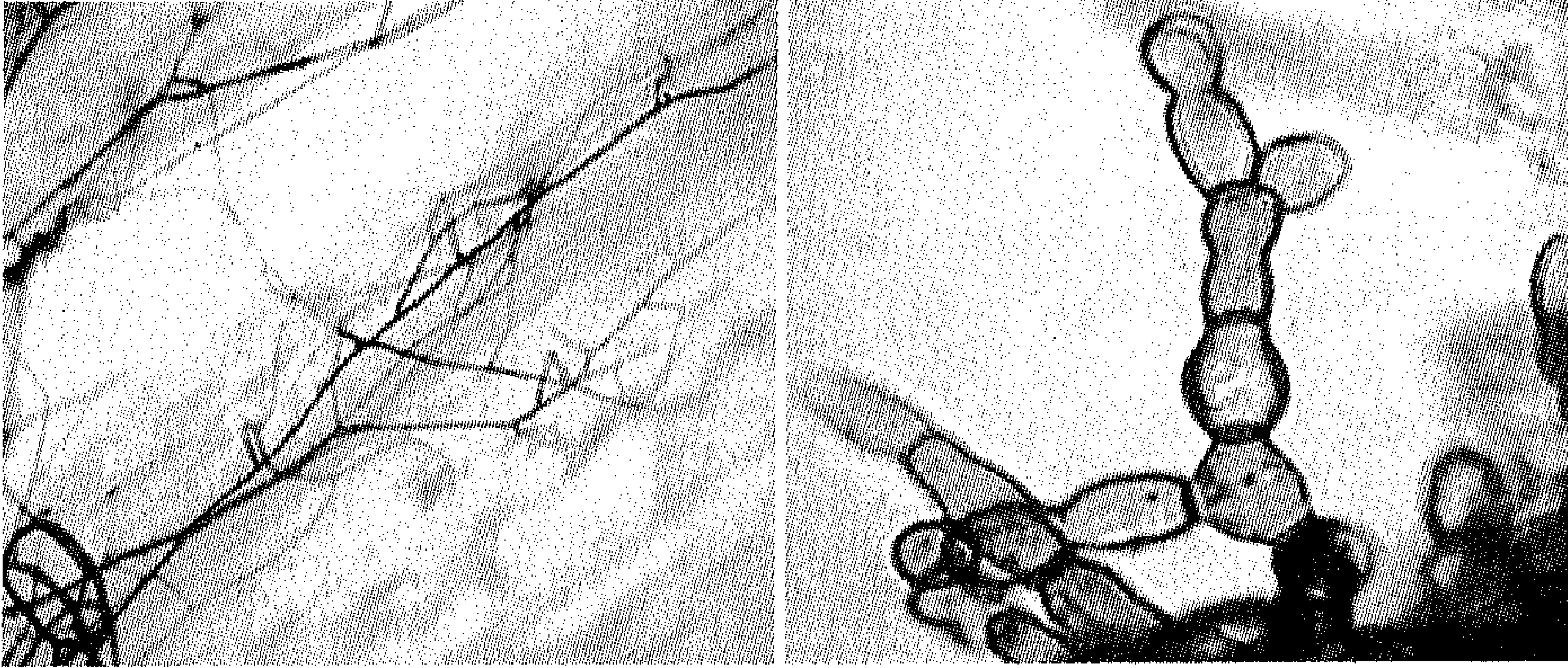
شكل **11.52**: مستعمرات فطريات Rhizoctonia على الوسط **PDA** فوق من اليسار الى اليمين: R. zeae وR. oryzae وR. cerealis. تحت من اليسار الى اليمين R. solani **AG-2-2** و**AG-1A** R. solani

عن: (**Tredway & Burpee،2001**)



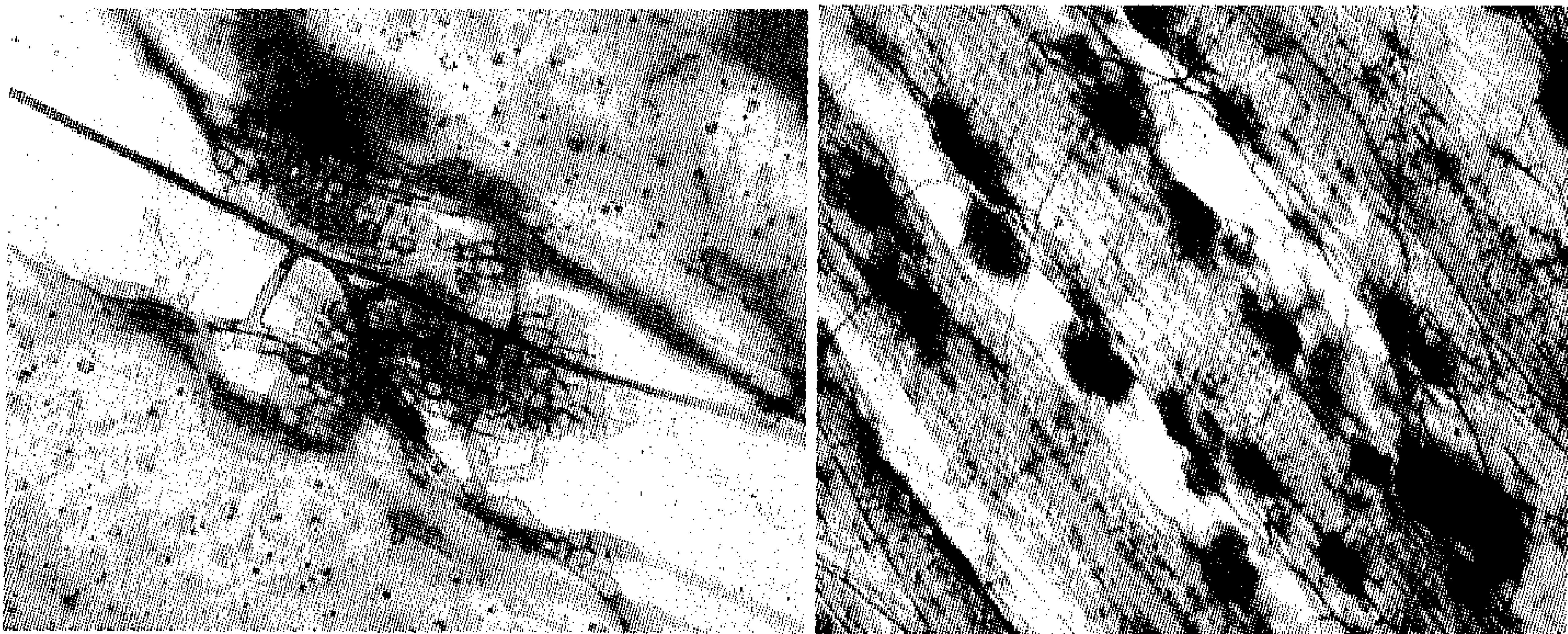
شكل **11.53**: تكوين الأجسام الحجرية لمزرعة الفطر R. solani على الوسط **PDA**(يمين) والغزل الفطري للفطر Rhizoctonia solani لاحظ سمك الخيوط الفطرية والزاوية القائمة بين الفرع والخيط المحوري والتخصر عند الحاجز للفرع. وهذا مظهر مميز للخيوط الفطرية لهذا الفطر(يسار)

عن: (**Tredway & Burpee،2001**)



شكل 11.54: خلايا مونيليدية للفطر R. solani تكون هذه الخيوط الفطرية المتخصصة في تجمعات كثيفة لتكوين تراكيب مقاومة تسمى البصيلات(يمين) والخيوط الفطرية المدادة للفطر R. solani على أوراق نبات العكرش
عن: (Tredway & Burpee،2001)

وتكون فطريات *Rhizoctonia* خيوط فطرية متخصصة تتألف من خلايا قصيرة متقاربة تسمى خلايا مونيلويدية (11.54) (Monilioid Cells يمين) تتحد مع بعضها لتكون تراكيب صلبة مقاومة للظروف البيئية غير الملائمة هي الأجسام الحجرية (Sclerotia).

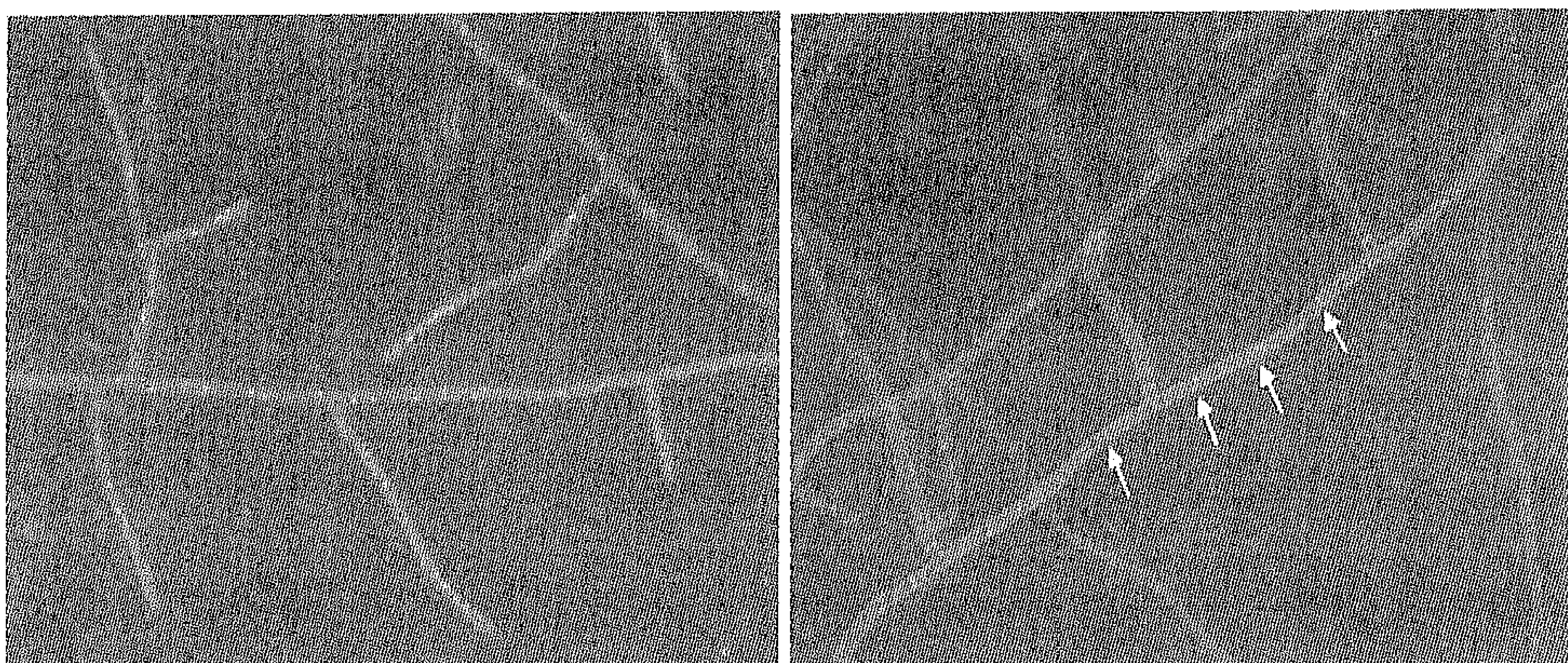


شكل 11.55: تراكيب الإصابة للفطر R. solani على جوار الحزم(يمين) وتجمع الخيوط الفطرية الملتفة المكونة لتركيب الإصابة الوعائية لورقة نبات العكرش(يسار)
عن: (Tredway & Burpee،2001)

ويكوّن الفطر *R. solani* تراكيب إصابة تتالف من تجمع الخيوط الفطرية تساعد في إختراق الأنسجة النباتية (شكل11.55). إن هذه الفطريات لا تكوّن أبواغ لاجنسية لكن بعض أنواعها نادرا ما تكون أبواغ بازيدية على بازيدات تنشأ على طبقة خصيبة وكل بازيدة تحمل 4 أبواغ. يمكن تقسيم فطريات *Rhizoctonia* الى مجموعتين على اساس عدد النوى في الخلايا المكونة للغزل الفطري والتي يمكن مشاهدتها بعد صبغها بصبغة مومضة (فلوريسينية) تتحد مع DNA النواة: أنواع ثنائية النواة حيث خلاياها تمتلك نواتين مثل *Rhizoctonia cerealis* وغيرها وأنواع عديدة النوى حيث تمتلك خلاياها أكثر من 3 نوى مثل *R. solani* و*R. zeae* و*R. oryzae* (شكل11.56).

كما تقسم انواع *Rhizoctonia* بعد ذلك الى مجاميع تفممية (Anastomosing Groups) على أساس القدرة أو عدم القدرة على التفمم او إلتحام الخيوط الفطرية لعزلات الأنواع المختلفة تقاس من خلال إختبارها مع عزلات معينة. وهكذا تكون العزلات التابعة للمجموعة التفممية الواحدة متقاربة وراثيا وذات مدى عوائلي متشابه.

وفي بعض الحالات يمكن أن تقسم الأنواع ذاتها على اساس الصفات المظهرية والفسلجية(Tredway & Burpee،2001). إن البحث في بيولوجية ووراثة فطريات *R. solani* مكن من كشف وجود أعداد تتزايد من المجاميع التفممية، فهي كانت لفترة طويلة 4 مجاميع وبلغت 12 مجموعة (Cubeta & Vilgalys،1997) ثم 13 مجموعة(Tomaso-Peterson & Trevathan،2004) وكذلك مجاميع ممرضة جديدة AG-T و AG-U من *Rhizoctonia* ثنائية النواة(Hyakumachi *et al.*2005).

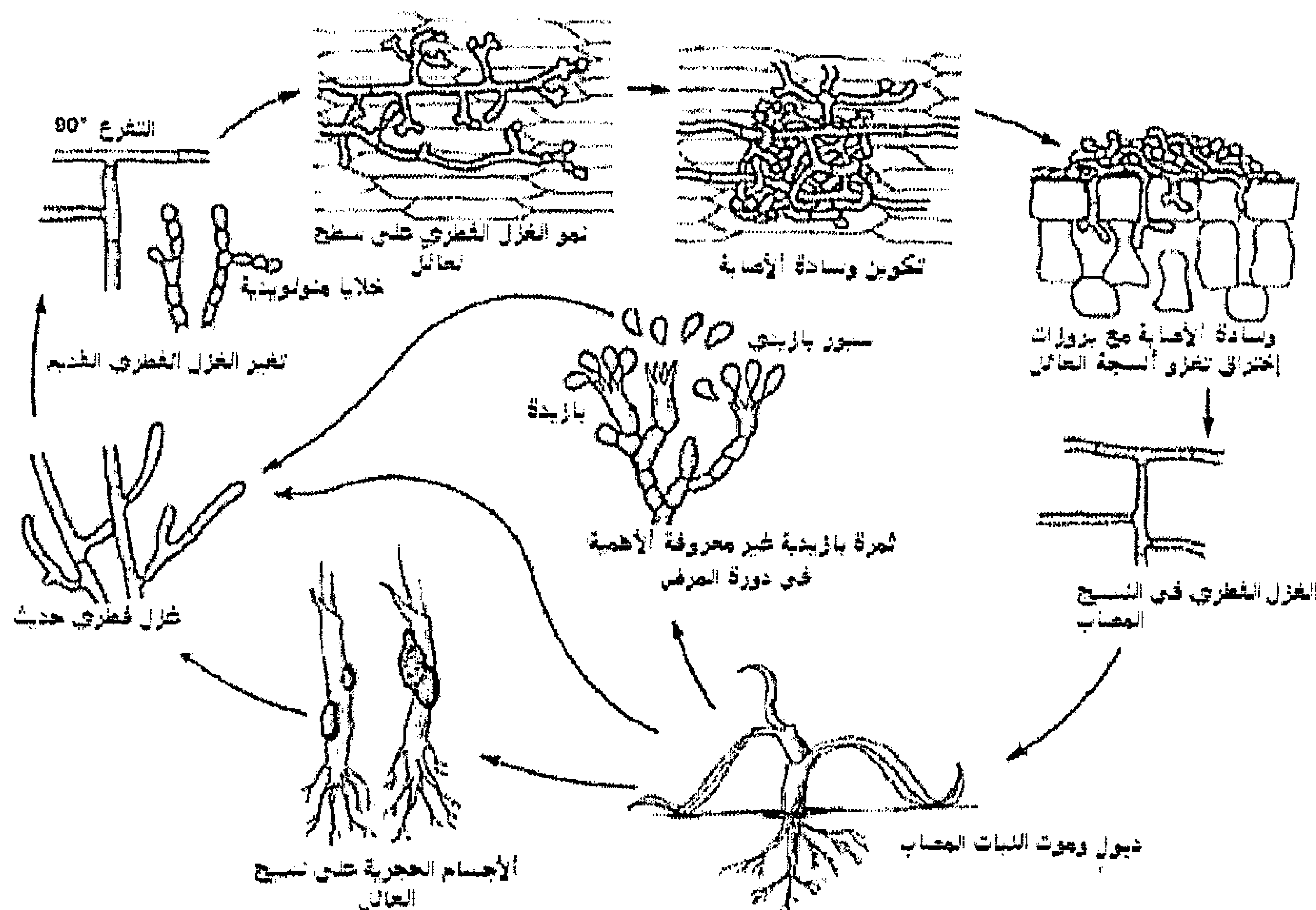


شكل 11.56: الخيوط الفطرية الثنائية النواة للفطر R. cerealis. الخيوط الفطرية مصبوغة بـ DAPI وتحت المجهر الفلوروسيني. النوى مؤشرة بالأسهم البيضاء والحواجز بالأسهم الصفراء(يمين) والخيوط الفطرية العديدة النوى للفطر R. solani مصبوغة وتشاهد كما الصورة اعلاه. لاحظ إحتواء الخلية على ما لا يقل عن 3 نوى وإختلاف عدد النوى من خلية الى اخرى

عن: (Tredway & Burpee،2001)

تطور المرض (Development of Disease)

تشتي أنواع *Rhizoctonia* بشكل غزول فطرية أو اجسام حجرية على النباتات المعمرة وبقايا النبات او منتجاته كالدرنات والبذور او في التربة على المواد العضوية بشكل رمي. ينتقل الفطر الى الحقول الجديدة بواسطة مياه الري والأمطار والترب الملوثة التي تنقلها الأدوات والمكائن الزراعية وكذلك المواد الزراعية المصابة او الملوثة. تختلف درجات الحرارة الملائمة حسب النوع كما ان هذه الفطريات تفضل الرطوبة المعتدلة في التربة. تخترق الخيوط الفطرية نسيج النبات إختراقا مباشرا عن طريق تكوين تركيب إصابة من تجمع خيوط فطرية تخرج منه بروزات إختراق. ينمو الفطر داخل انسجة العائل مؤديا الى قتلها والنمو عليها ومن ثم تكوين أجسام حجرية. في الشكل 11.57 مخططا لدورة حياة فطريات *Rhizoctonia*.



شكل 11.57: دورة حياة فطريات Rhizoctonia

عن: (Tredway & Burpee،2001)

السيطرة على المرض (Control)

1. الطرق الزراعية وتشمل تنظيم الري عبر تحسين الصرف. وإستخدام بذور غير ملوثة. وتسريع نمو البادرات والمباعدة المناسبة بين النباتات.

2. تعقيم تربة المشاتل والبيوت المحمية بالحرارة العالية بواسطة البخار أو بواسطة الطاقة الشمسية حيث إن المعاملة بالطاقة الشمسية أدت الى تخفيض الإصابة بالفطر *R. solani* وفطريات *Pythium* وانواع من النيماتودا(McGovern *et al.*،2002). كذلك يمكن التعقيم بالمبيدات الكيميائية.

3. في مسطحات الثيل يمكن إستخدام الأصناف المقاومة حيث توجد اصناف مقاومة من الثيل ضد الإصابة بفطريات *Rhizoctonia*(Tredway & Burpee،2001 ويمكن إستخدام المكافحة الكيميائية كذلك.

4. الأهتمام بطرق المكافحة الحيوية حيث أظهرت البكتريا *Bacillus sp*. فاعلية تثبيطية واسعة الطيف تجاه الإصابة بالفطر *R. solani* والفطرين *Gaeumannomyces graminis var. tritici* و*Pythium* المسببة لتعفن جذور القمح(Kim *et al.*،1997). كما تم إختبار فاعلية عزلات *Rhizoctonia* ثنائية النواة غير ممرضة وأظهرت فاعلية في تشجيعا المقاومة المستحثة لنباتات القطن ضد الإصابة بالفطر *R. solani* والفطر *Alternaria macrospora* (Jabaji-Hare & Neate،2005). كذلك رفع المقاومة المستحثة لنباتات فول الصويا ضد الإصابة بفطريات *R. solani* الممرضة بواسطة نوع *Rhizoctonia* ثنائي النواة (Poromarto *et al.*،1998).

5. أظهرت المكافحة المتكاملة فاعلية أكثر بإستخدام الطرق البيولوجية والكيميائية حيث أن المكافحة المتكاملة للفطر*R. solani* AG 2 – 2 على البنجر السكري بإستخدام *Bacillus sp*. والمبيد الكيميائي Azoxystrobin كانت مؤثرة(Kiewnick *et al.*،2001).

أمراض الفطر Sclerotium

Diseases of Sclerotium

تسبب فطريات *Sclerotium* أمراض تسقيط البادرات وتسوس الساق وتعفن الجذر والأبصال والدرنات والثمار على عدد كبير من أنواع النباتات. يسبب الفطر *S. oryzae* مرض تعفن الساق في الرز وهو من أمراض الرز الخطيرة العالمية الإنتشار (Cintas & Webster،2001). ويسب الفطر *S. rolfsii* أمراضا على أكثر من 270 جنسا من النباتات بما فيها الخضروات ومحاصيل الحبوب ونباتات الزينة(Cerkauskas،2005). أما الفطر *S. cepivorum* فيسبب مرض العفن الأبيض على البصل والثوم والكراث(ثابت وآخرون، 1963).

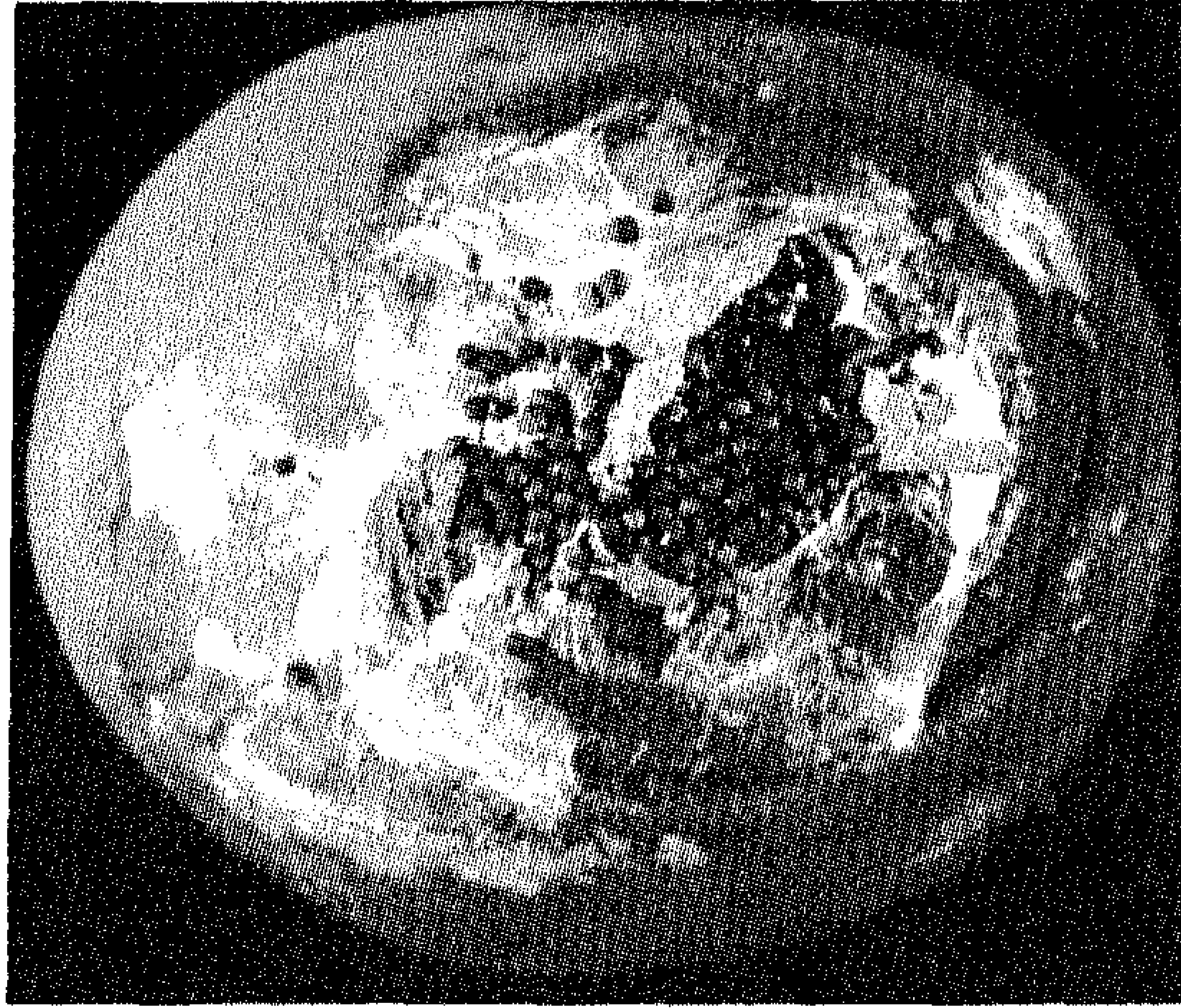
أمراض الفطر Sclerotium rolfsii

يصيب الفطر *S. rolfsii* أكثر من 500 نوعا من النباتات بما فيها الخضروات من العائلة الباذنجانية والبقولية والقرعيات وغيرها(Punja،1985). على نباتات الطماطة

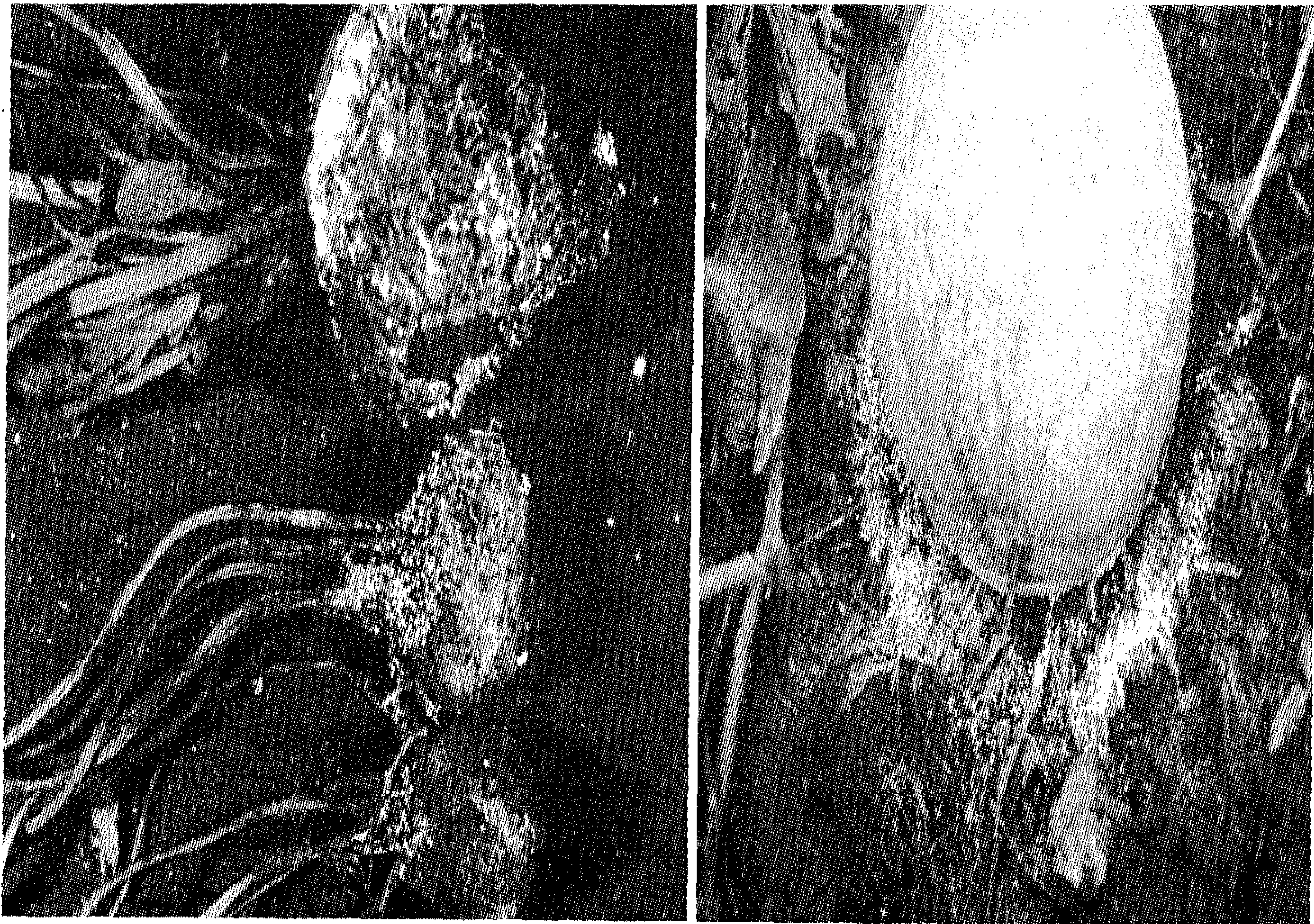
الحديثة يسبب الفطر ذبول مفاجيء ودائمي، أما على النباتات البالغة فتظهر الأعراض كبقعة بنية داكنة على الساق قرب سطح التربة. تطوق القرحة الساق وتؤدي الى إصفرار الأوراق وذبولها. بعد ذلك يتكون نمو الفطر الأبيض على الساق واي من المواد العضوية القريبة على التربة. تذبل النباتات بوضوح اكثر عندما تقل رطوبة التربة. وبعد ايام قلائل تتكون الأجسام الحجرية الكروية الصغيرة (قطر 0.5 ملم) ذات اللون الدباغي الى البني الداكن على الغزل الفطري الأبيض (شكل11.58). ومما يميزها عن الأجسام الحجرية للفطر *Sclerotinia sclerotiorum* تكونها خارج أنسجة الساق وكونها اصغر واكثر ليونة. يبقى الفطر في التربة بهيئة غزل فطري على بقايا النباتات المصابة وبشكل أجسام حجرية في التربة. يصيب الفطر النباتات مباشرة أو من خلال الجروح المتسببة عن الحشرات او النيماتودا. وهو يمكن ان يصيب كافة أجزاء النبات الملامسة للتربة بما فيها الثمار والأوراق والأفرع.

على النباتات القرعية حيث يسبب مرض اللفحة الجنوبية تحصل الإصابة على الثمار والسيقان المدادة على سطح التربة. ويلاحظ بقاء الأنسجة المصابة المائية على التربة عند قطف الثمار (شكل11.59). أما على الفول السوداني فتظهر الأعراض بشكل أصفرار وذبول للأفرع الجانبية والساق الرئيس أو النبات باكمله. كما تظهر قاعدة الساق قرحة بنية والقرون المصابة تكون إسفنجية، رطبة، دباغية اللون.

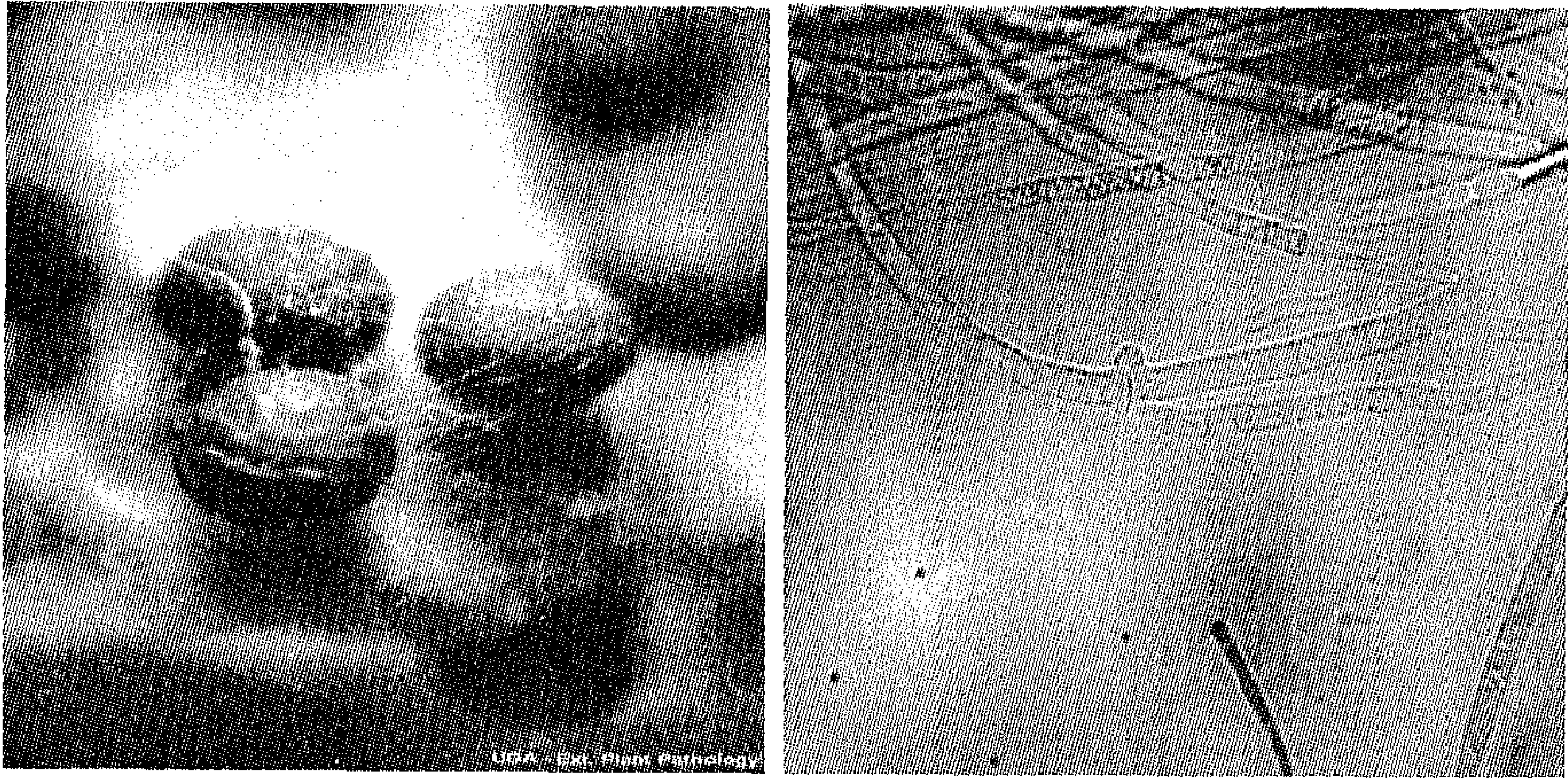
إن الفطر ينشط في درجات الحرارة العالية (أكثر من 30 مْ) والرطوبة العالية، بينما تحتفظ الأجسام الحجرية بحيويتها لمدة اطول في ظروف درجات الحرارة والرطوبة الواطئة. إن الأجسام الحجرية تنبت عند سطح التربة ويقل معدل إنباتها مع زيادة عمقها في التربة(Cerkauskas،2005).الشكل التام للفطر هو *Athelia rolfsii* الذي امكن الحصول عليه في المختبر ولا يحصل في الطبيعة إلا نادرا(Punja & Grogan،1983). يسهل تشخيص الفطر *S. rolfsii* سواءا على البناتات المصابة او الوسط الزرعي من خلال صفاته المظهرية المتمثلة بالنمو السريع والخيوط الفطرية الحريرية البيضاء المتجمعة بما يشبه اشكال الجذور (شكل11.59).



شكل 11.58: ثمرة طماطة مصابة تظهر الغزل الفطري والأجسام الحجرية

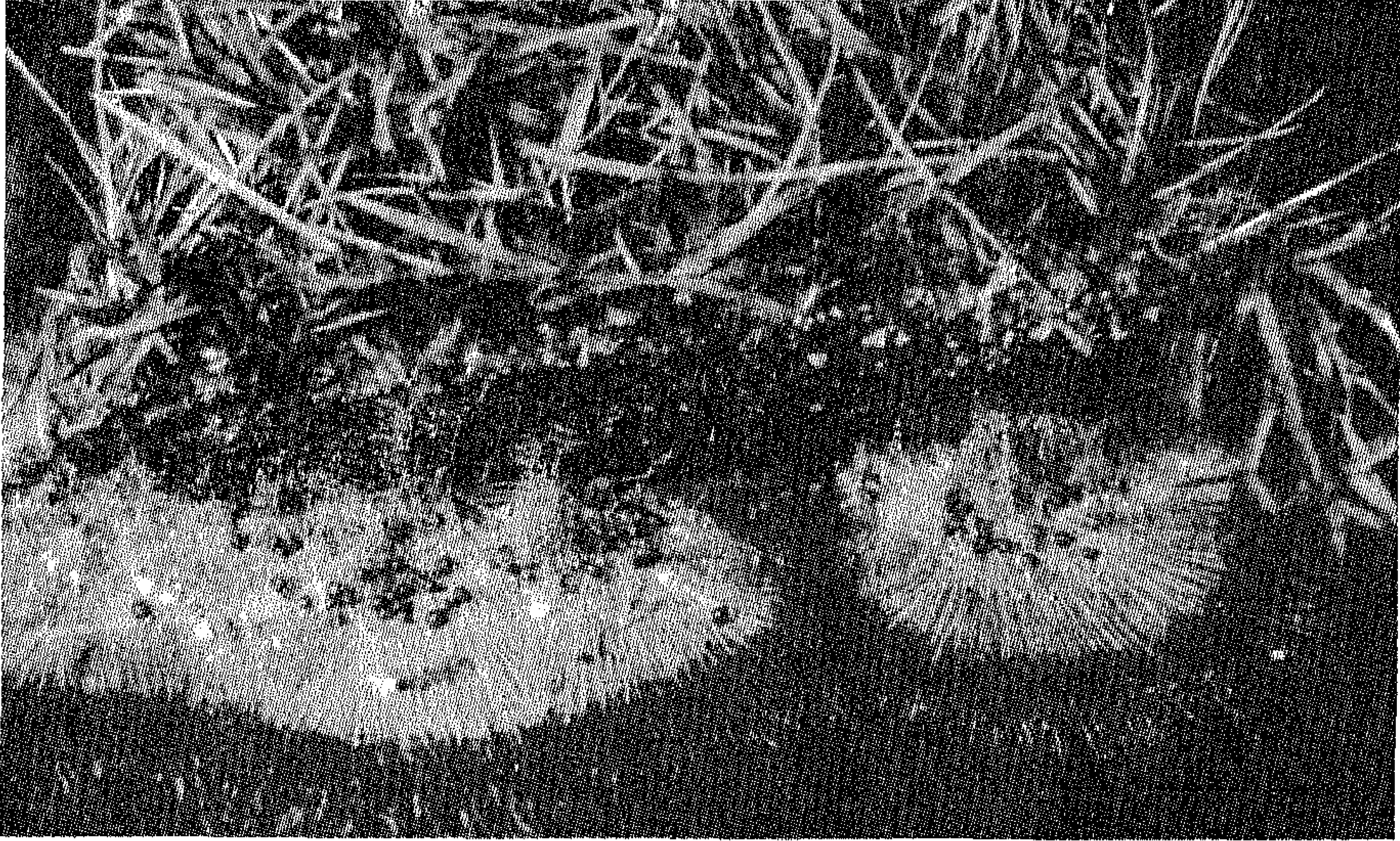


شكل 11.59: ثمرة قرع مصابة بالفطر S. rolfsii لاحظ نمو الفطر على التربة (يمين) وثمار بنجر مصابة (يسار)



شكل 11.60: الخيوط الفطرية للفطر S. rolfsii لاحظ الصلات الكلابية (يمين) والأجسام الحجرية (يسار)

على الوسط الغذائي يمكن ان يغطي الغزل الفطري الطبق خلال 48 ساعة في درجات حرارة 26 الى 34 مْ. يكون الفطر نوعين من الخيوط الفطرية، خيوط فطرية خلاياها كبيرة (2 – 9 250 – 150 x مكم) وتكوّن صلات كلابية عند كل حاجز أو قد يحصل تفرع احيانا بدل بعض الصلات الكلابية (شكل11.60). وخيوط فطرية رفيعة قطرها 1.5 – 2.5 مكم تفتقد للصالات الكلابية وتنمو بصورة غير منتظمة في الوسط الغذائي (Fichtner). تتكون الأجسام الحجرية بعد 4 – 7 أيام من عمر المستعمرة وتكون لبادية بيضاء سرعان ما تكتسب الصبغة الميلانينية ويصبح لونها بني داكن. تتميز الأجسام الحجرية الناضجة كونها تتألف من 4 طبقات: جلد سميك وقشرة من خلايا مثخنة وقشرة من خلايا رقيقة الجدران ولب يتالف من خيوط فطرية. الأجسام الحجرية المتكونة على النبات المصاب في الطبيعة تكون أكثر إنتظاما مقارنة بتلك المتكونة على الوسط الزرعي (شكل11.61). إن وظيفة الأجسام الحجرية كما هو في الفطريات الأخرى مقاومة الظروف البيئية غير الملائمة. وتقسم هذه الفطريات الى مجاميع متوافقة الغزل الفطري (Mycelial Compitability Groups) تعكس تقاربا وراثيا وأمراضيا (Cilliers *et al.*،2000).



شكل 11.61: نمو الفطر S. rolfsii، الغزل الفطري والأجسام الحجرية خارج النباتات المصابة

السيطرة على المرض (Control)

1. الطرق الزراعية وتشمل الدورة الزراعية والحراثة العميقة من أجل إضعاف وتقليل لقاح الفطر. كما ان التسميد النتروجيني بصيغة الأمونيوم وكذلك مركبات الكالسيوم تدعم مقاومة النبات.

2. إستخدام المبيدات الكيميائية مثل Pentachloronitrobenzene يوفر مكافحة جزئية.

3. المكافحة الحيوية توفر وسيلة واعدة لمكافحة هذه الفطريات.

أمراض جذور الأشجار

أمراض الفطر Armillaria

يضم الجنس *Armillaria* 40 نوعا من الفطريات المعفنة للخشب الواسعة الإنتشار في العالم. إن بعض انواع *Armillaria* تسبب تعفن جذور الأشجار في الغابات والبساتين والحدائق. من الأنواع المرضة المهمة الفطر *A. mellea* الذي يهاجم الأشجار العريضة

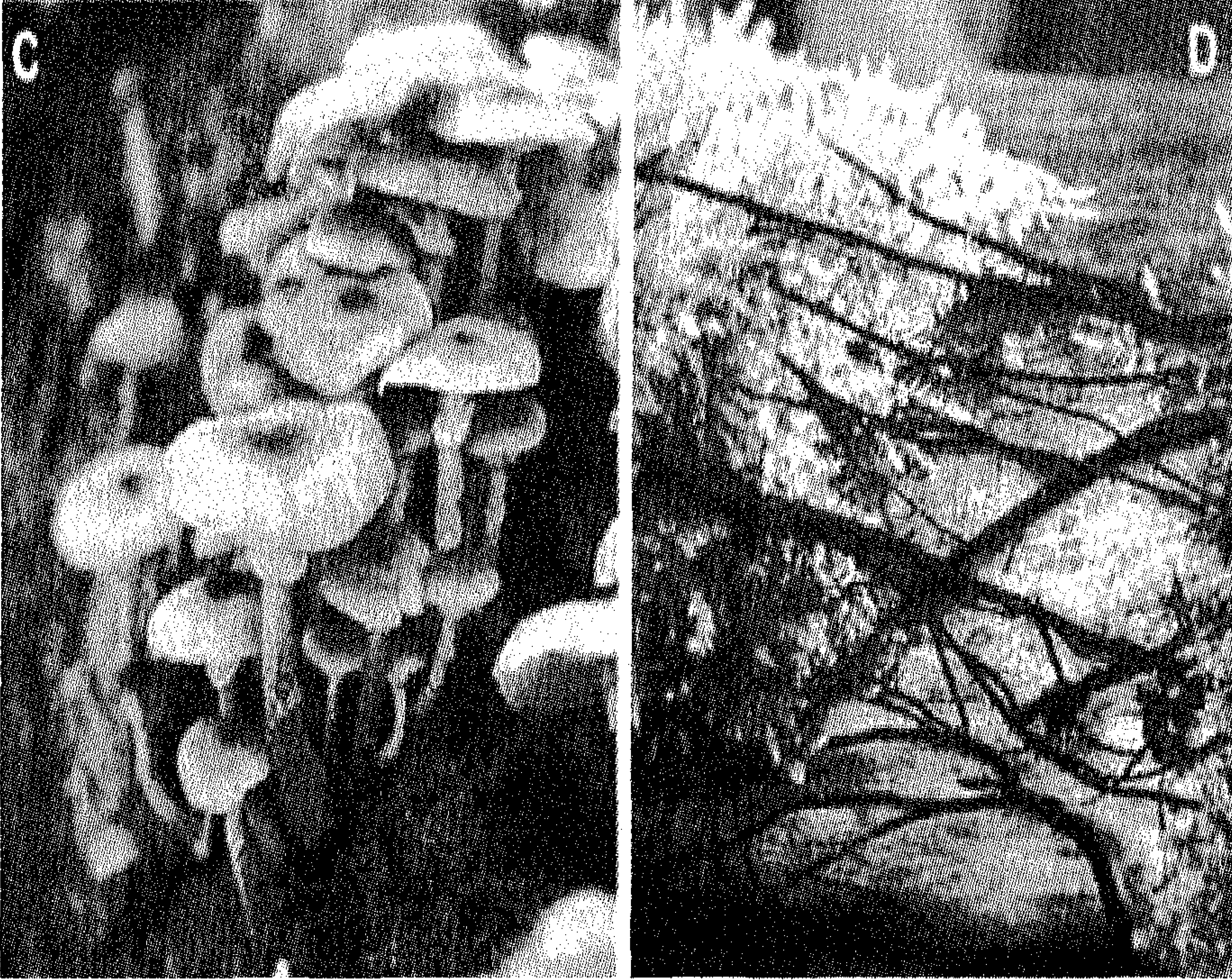
الأوراق ويمكن ان يهاجم اشجار المخروطيات الحديثة في المناطق الموبوءة بالفطر. والفطر *A. ostoyae* الذي يهاجم أشجار المخروطيات اساسا وهذان الفطران ينتشران في امريكا الشمالية واوربا. اما الفطر *A. luteobubalina* فينتشر في استراليا) Deacon،2005).

تظهر اعراض الإصابة في الحقل على شكل اشجار مصابة معزولة ثم تظهر بعد فترة من نمو وإنتشار الفطر دوائر من الأشجار المصابة. تتمثل الأعراض بنمو مختزل للأشجار وصغر وإصفرار الأوراق والموت التراجعي للفرع والأغصان ومن ثم الموت التدريجي او السريع للأشجار المصابة.

من الأعراض التشخيصية للإصابة ظهور مناطق متعفنة في القلف عند منطقة إتصال الجذر بالساق. ووجود كتل من الغزل الفطري الأبيض التي تكون حوافه بشكل عروق مروحية الشكل بين القلف ونسيج الخشب. يمكن للغزل الفطري ان يمتد الى اعلى لبضعة أقدام في جذع الشجرة عبر نسيج اللحاء والكامبيوم حيث يسبب في بعض أنواع الأشجار مرض التعفن الأبيض. ومن العلامات المميزة للإصابة بهذه الفطريات تكوين اشكال الجذور البنية المحمرة الى السوداء اللون التي تشكل شبكات حول الجذور وتخترق قلف الأشجار الميتة ويمكن ان تمتد على سطح التربة وتقوم بإمتصاص الماء والمواد الغذائية ونشر الفطر (شكل11.62يمين). ويمكن لهذه التراكيب ان تمتد لبضعة امتار في التربة إنطلاقا من قاعدتها الغذائية المتمثلة بالأنسجة المصابة. ويمكن أن تنشا تسوسات على جذوع الأشجار المصابة وتخرج او تسيل مواد راتنجية او صمغية منها وعند تطويق الشجرة وقتلها قرب قاعدتها، يتحول الخشب من حالته القوية الرطبة قليلا الى لين جاف. ومن العلامات الأكثر وضوحا على الإصابة ظهور الأجسام الثمرية للفطر عند قاعدة الشجرة التي تشابه الأجسام الثمرية للمشروم وتكون عسلية اللون بإرتفاع حوالي 7 سم وقطر الرؤوس بحدود 5 الى 15 سم (شكل11.62 يسار).

تحصل الإصابة نتيجة إنبات الأبواغ البازيدية التي تسقط على السطوح المكشوفة لأصول الأشجار ونمو الفطر عليها ومنها ليصيب جذور الأشجار المجاورة. وكذلك

عن طريق إنتقال الغزل الفطري من الجذور المصابة الى الجذور السليمة في مناطق إتحاد جذور الأشجار المتجاورة. كما ان أشكال الجذور تمثل وسيلة إصابة فعالة من خلال نموها قرب جذور الأشجار وإحتكاكها معها.



شكل 11.62: الأجسام الثمرية للفطر A. mellea على أصل شجرة ميتة(C) واشكال الجذور الداكنة اللون (D)
عن: Deacon،2005))

السيطرة على المرض (Control)

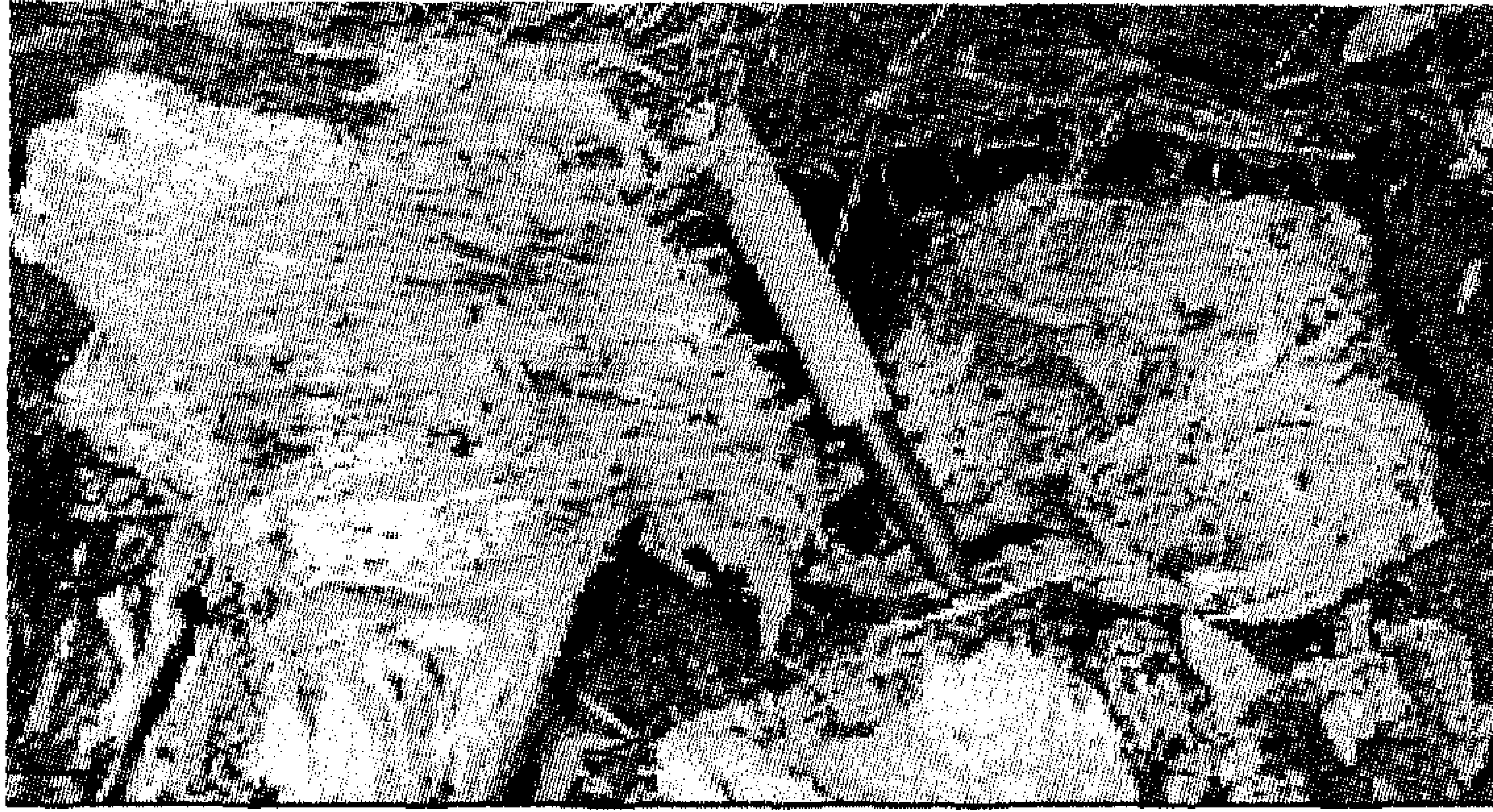
1. إزالة اصول الأشجار والجذور المصابة وعدم زراعة الأشجار الحساسة إلا بعد عدة سنوات.

2. حفر الخنادق حول الأشجار المصابة من اجل قطع الجذور المصابة وكذلك اشكال الجذور(Agrios،1997).

أمراض الفطر Heterobasidion

يعتبر الفطر(*Heterobasidion annosum* (= *Fomes annosus*) وهو من الفطريات البازيدية من أخطر أمراض الجذور التي تصيب اشجار المخروطيات في نصف الكرة الشمالي ويسمى تعفن الجذور Annosus. يؤدي الفطر الى قتل الأشجار المصابة بينما تكون الأشجار التي تبقى ضعيفة النمو وعرضة للكسر بفعل الرياح والإصابة بخنافس القلف.

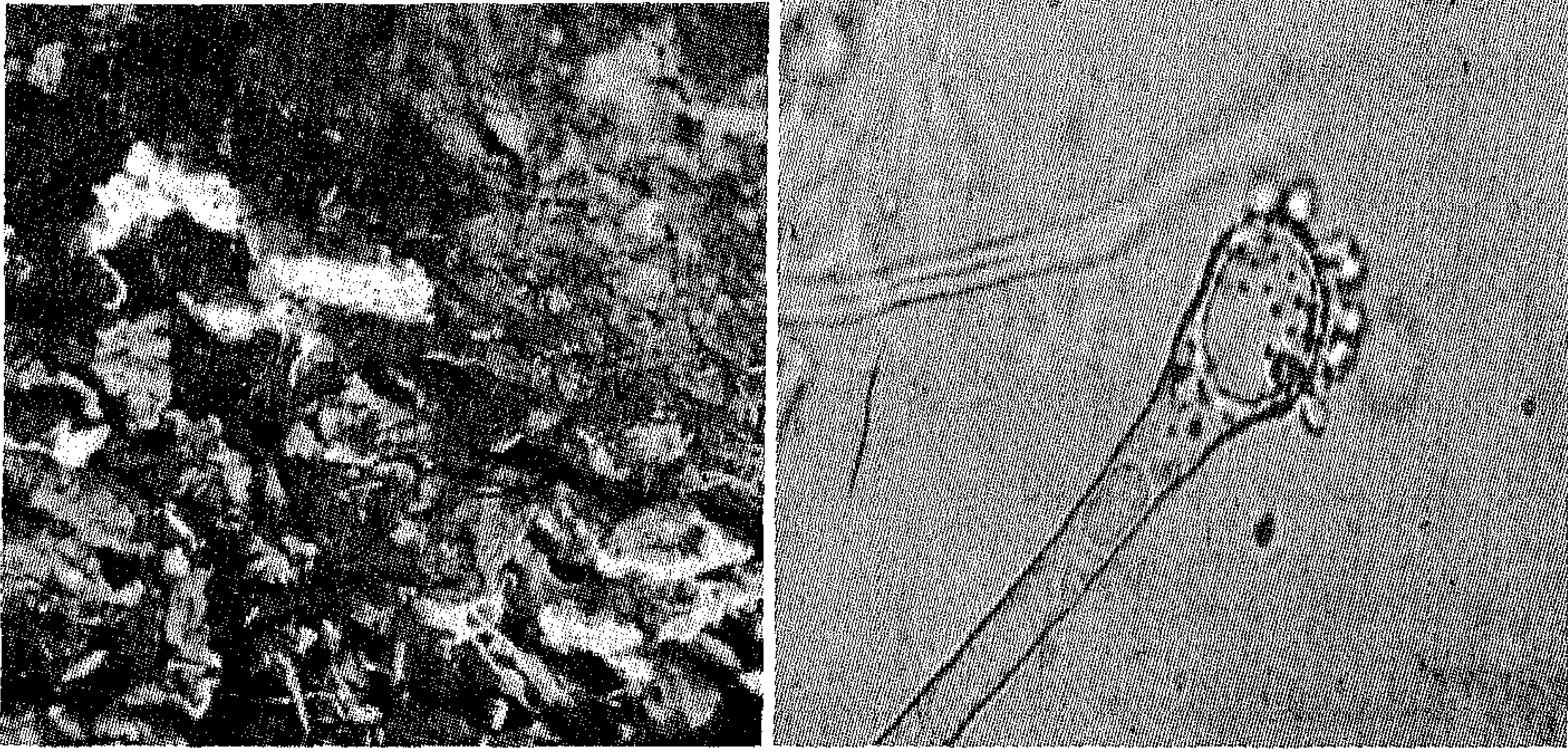
يسبب الفطر تعفن الجذور واصل الشجرة المقطوعة المصابة. يبدا التعفن بظهور صبغة وردية الى بنفسجية باهتة ثم تظهر جيوب تعفن بيضاء متطاولة قد تظهر نقاط سوداء. اخيرا تندمج هذه الجيوب وتحول الخشب الى كتلة خيطية صفراء فاتحة من الأنسجة المتحللة. هذا ما يتوضح جيدا على جذور الأشجار المقتلعة بواسطة الرياح (شكل11.63).



شكل 11.63: عرض الجذور الخيطية المصفرة الناتجة من الإصابة بالفطر H. annosus عن: (Robbins،1998)

تحصل الإصابة بالفطر من خلال سقوط الأبواغ البازيدية على اصول الأشجار المقطوعة حديثا حيث تنبت وينمو الغزل الفطري في انسجة الشجرة حتى يصل الى الجذور الميتة ينمو عليها ومنها يصيب جذور الأشجار المجاورة حيث تتشكل دوائر من

الأشجار المصابة بحدود 50 شجرة. إن هذه العملية يمكن ان تستغرق سنتين. كما ان كونيدات الفطر من نوع *Oedocephalum* وهو الشكل اللاجنسي للفطر يمكن ان تسهم في نشر الإصابة (شكل 11.64).



شكل 11.64: كونيدات الفطر على الحامل الكونيدي (يمين) والأجسام الثمرية البنية من الأعلى والبيضاء من الأسفل (يسار)

عن: Lang K. J.

http: / /66.218.71.231 /language /translation /translatedPage.php?lp=de_en&text=http%3a%2f%2fwww.forst.tu-muenchen.de%2fEXT%2fLST%2fBOTAN%2fLEHRE%2fPATHO%2fkrankhei.htm

إن قدرة الفطر على النمو السريع على انسجة الشجرة المقطوعة تساعده في تحقيق الإصابة قبل نمو الفطريات الرمية الأخرى عند موت الأنسجة في السطح المقطوع. هذا ما يحصل عند نمو الفطر الضعيف التطفل *Phlebiopsis gigantea* حيث لا يمكّن الفطر الممرض من النمو وهكذا تم إستخدامه في المكافحة الحيوية ضد إصابة اشجار الصنوبر المقطوعة بالفطر *H. annosum* (Robbins، 1998 ؛ Deacon، 2005 .

تعفنات الخشب المتسببة عن الفطريات البازيدية

Wood Rots Caused by Basidiomycota

تعتبر الأخشاب من المواد العضوية الغنية بالطاقة كونها تتكون من مواد كاربوهيدراتية معقدة. لذلك فإن الأخشاب تكون هدفا لمهاجمة الأحياء الدقيقة الباحثة عن مصادر الطاقة في الطبيعة. لكن الأخشاب بسبب تركيبها الكيميائي المعقد تبقى عصية على التحليل المكروبي إلا من قبل أنواع قليلة تمتلك الإنزيمات المحللة والقدرة على تحمل المواد المضادة التي تحتويها. وهكذا تسبب الفطريات المحللة او المعفنة للأخشاب خسائر كبيرة في الأخشاب الخام والمصنعة على نطاق العالم. تقدر خسائر الأخشاب المتسببة عن التعفن بالفطريات بثلث كمية الأخشاب المنتجة سنويا في الولايات المتحدة وهي تزيد عن الخسائر المتسببة عن الحرائق والحشرات وغيرها(Anonymous،1999). في الوقت نفسه تقدم هذه الفطريات الى جانب بعض أنواع البكتريا دورا بيئيا هاما للغاية في دورة الكاربون في الطبيعة ويستفاد من الإنزيمات المحللة التي تنتجها الفطريات في إبطال سمية بعض الملوثات وتحليل اللكنين في المخلفات الزراعية وإستخدامها في صناعة الورق وغيرها(Deacon،2005).

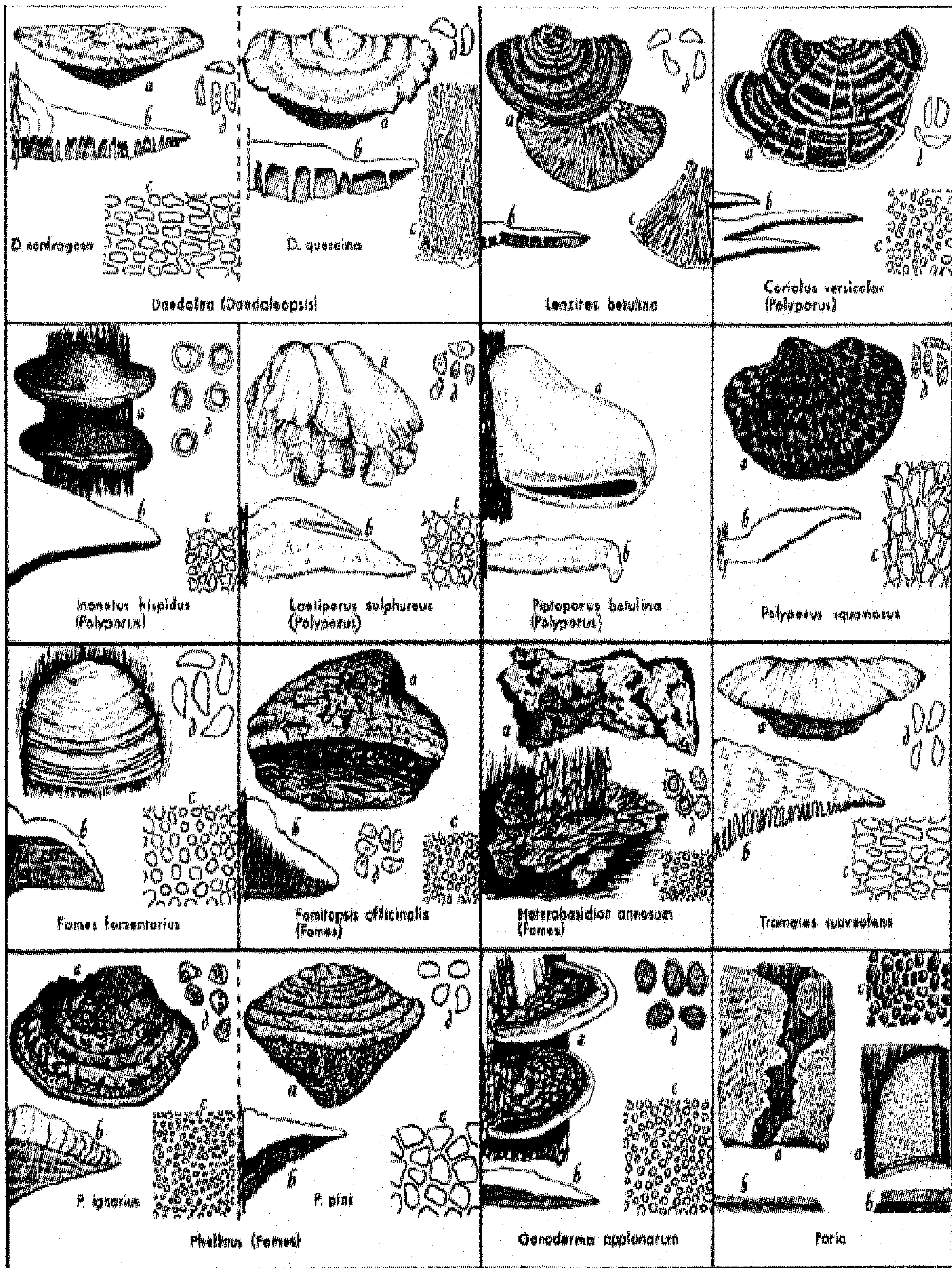
يواجه الفطر المحلل للاخشاب ثلاث صعوبات هي:

1. تعقيد المواد العضوية المكونة للخشب. حيث ان الخشب يحتوي على نسبة قليلة من المواد السكرية البسيطة السهلة الأستغلال من قبل معظم الأحياء الدقيقة بينما معظم مكوناته هي سكريات معقدة حيث يحتوي على السليلوز بنسبة 40 – 50 ٪ من الوزن الجاف وهو بوليمر لجزيئات الكلوكوز مرتبطة بأواصر ‎-1،4 β‏، وأشباه السليلوز بنسبة 25 – 40 ٪ وهو بوليمرات مختلطة من الكلوكوز والمانوز والزايلوز والأرابينوز وغيرها. واللكنين بنسبة 20 – 35 ٪ وهو بوليمر ثلاثي الأبعاد لثلاثة أنواع من وحدات فنايل بروبين وهو الذي يكسب الخشب مرونته. إن اللكنين هو اصعب المواد المكونة للخشب على التحليل وإن وجوده مختلطا مع المواد الأخرى يكسب تلك المواد ايضا مقاومة لعمل

الإنزيمات المحللة. كما يحتوي الخشب على البكتين الذي يلصق الخلايا المتجاورة وهو ايضا بوليمر لحامض الكلكتورونيك، هذا علاوة على مواد بروتينية مختلفة.

2. قلة نسبة النتروجين والفسفور. إن النتروجين وكذلك الفسفورعنصرين اساسيين الى جانب الكاربون في تغذية الأحياء الدقيقة. ولكي يحصل نموا طبيعيا يتوجب توفر هذه العناصر بنسب معينة وهذا غير متوفر في الخشب الذي لا تزيد فيه نسبة النتروجين عن 0.1 ٪.

3. وجود المواد المضادة للفطريات. تحتوي الأخشاب خصوصا الخشب الصميمي غير الحي على التانينات في أخشاب الأشجار العريضة الأوراق ومواد فينولية مختلفة (تربينات وستلبينات وفلافينويدات وتروبولونات) في اشجار المخروطيات. وتعتبر التروبولونات Thujaplicins أكثر هذه المواد سمية حيث تعمل كمواد فاصلة للفسفرة عن الأكسدة في سلسلة التنفس النهائي. إن وجود مثل هذه المركبات وغيرها بنسب مختلفة هي التي تكسب أخشاب الأشجار المختلفة نوعيتها ودرجة مقاومتها لفطريات التعفن(Deacon،2005 ؛Anonymous،1999).



شكل 11.65: الفطريات البازيدية المعفنة للخشب الشائعة. الحامل البوغي (a)، مقطع في الحامل البوغي (b)، سطح الطبقة الخصيبة (c)، الأبواغ البازيدية (d)

عن: (Anonymous، 1999)

أنواع الفطريات المعفنة للأخشاب

يمكن تقسيم الفطريات المعفنة للأخشاب بطرق مختلفة:

1. حسب طريقة تحليل الخشب التي تعكس إختلافات إنزيمية وتشمل فطريات التعفن الأبيض والتعفن البني والتعفن الطري.

2. حسب طريقة التغذية ما إذا كانت تطفلية (مهاجمة خشب الأشجار الحية) أو رمية (مهاجمة الخشب الميت).

3. على اساس الأولوية، ما إذا كانت مستعمرة اولية أو ثانوية، تهاجم خشب الأشجار القائمة أو الساقطة، محدودة العائل او واسعة المدى العوائلي.

ثمة أكثر من 1000 نوع من الفطريات التي يمكن ان تسبب ضررا للاخشاب معظمها تعود الى الفطريات البازيدية المسببة للتعفن البني والتعفن الأبيض مع بعض أنواع الفطريات الكيسية مثل *Daldinia* و*Hypoxylon* و*Xylaria* (شكل11.65).

في الأشجار الحية تقوم الفطريات المحللة للأخشاب بمهاجمة الخشب الصميمي الذي يكون في قلب الجذع او الجذور والأفرع. أما على الأشجار المقطوعة او الساقطة فتهاجم الفطريات الخشب الخارجي الذي يسمى بالخشب العصيري. بينما تهاجم فطريات التعفن الطري والبكتريا خلايا الأشعة اللبية في الخشب التي تحتوي على مواد سكرية بسيطة.

تقوم الفطريات المسببة للتعفن البني بالنمو داخل خلايا الخشب لأشجار المخروطيات مكونة إنزيمات محللة للسليلوز واشباه السليلوز تاركة معظم اللكنين دون تحليل. النتيجة تكون خشب متعفن مشوب باللون البني وفي مراحله المتقدمة يصبح الخشب خيطيا ذو جيوب او قد يتشقق بهيئة تكعيبية ويصبح سهل التفتت.

اما فطريات التعفن الأبيض فتنتج إنزيمات محللة للسليلوز واللكنين مختزلة الخشب الى لون فاتح، إسفنجي القوام أو الى كتلة خيطية مع جيوب أو خطوط بيضاء مفصولة

بمناطق رقيقة من الخشب القوي. إن هذه الفطريات تهاجم الخشب الصلب للأشجار النفضية الذي يقاوم عادة هجوم فطريات التعفن البني.

وتسبب بعض الفطريات الكيسية تعفنا ابيضا بطيئا مع خطوط سوداء داخل وحول الخشب المتعفن لخشب الأشجار القائمة الذي يترافق مع الجروح والتسوسات أو خشب الألواح. كما تتسبب بعض التعفنات خصوصا على الخشب الذي يحتوي على نسبة عالية من الرطوبة عن بعض الفطريات المسببة للتعفن الطري من الفطريات الكيسية والناقصة مثل *Alternaria* و*Bisporomyces* و*Diplodia* و*Paecilomyces* والبكتريا والتي تحلل المواد السليلوزية واللكنين. وعادة ينحصر تاثير هذه الأحياء على جيوب موضعية على الطبقات السطحية للأخشاب المعرضة للرطوبة(Anonymous،1999).

هناك الفطريات الصابغة للأخشاب التي تهاجم سطوح الخشب الحديثة القطع وتكسب الخشب لون أبواغها التي تكونها مثل فطريات *Penicillium* التي تكسبها الصبغة الخضراء او الصفراء وكذلك فطريات *Aspergillus* التي تصبغها باللون الأسود او الأخضر وفطريات *Fusarium* التي تكوّن صبغة حمراء وفطريات *Rhizopus* التي تكسبها لونا رماديا.

ومن الفطريات الصابغة للأخشاب تلك المعروفة بفطريات الصبغة العصيرية (Sapstain) أو الصبغة الزرقاء (Blue-stain) حيث تسبب تلون الخشب العصيري بتكوينها لخيوط فطرية ملونة تنمو أساسا في خلايا الأشعة اللبية البرنكيمية وغيرها وتسبب خطوطا ملونة. ومن بين هذه الفطريات *Ceratocystis* و*Xylaria* و*Graphium* و*Diplodia* و*Cladosporium*. يمثل قلف الأشجار عدد من الطبقات المحتوية على خلايا فلينية غير منفذة وخلايا برنكيمية تمثل القشرة الثانوية وهي تحتوي على مواد مضادة للمسببات المرضية، وهكذا يمثل القلف دور الجلد الذي يحيط بالأنسجة الداخلية في الإنسان او الحيوان(Wong،2003).

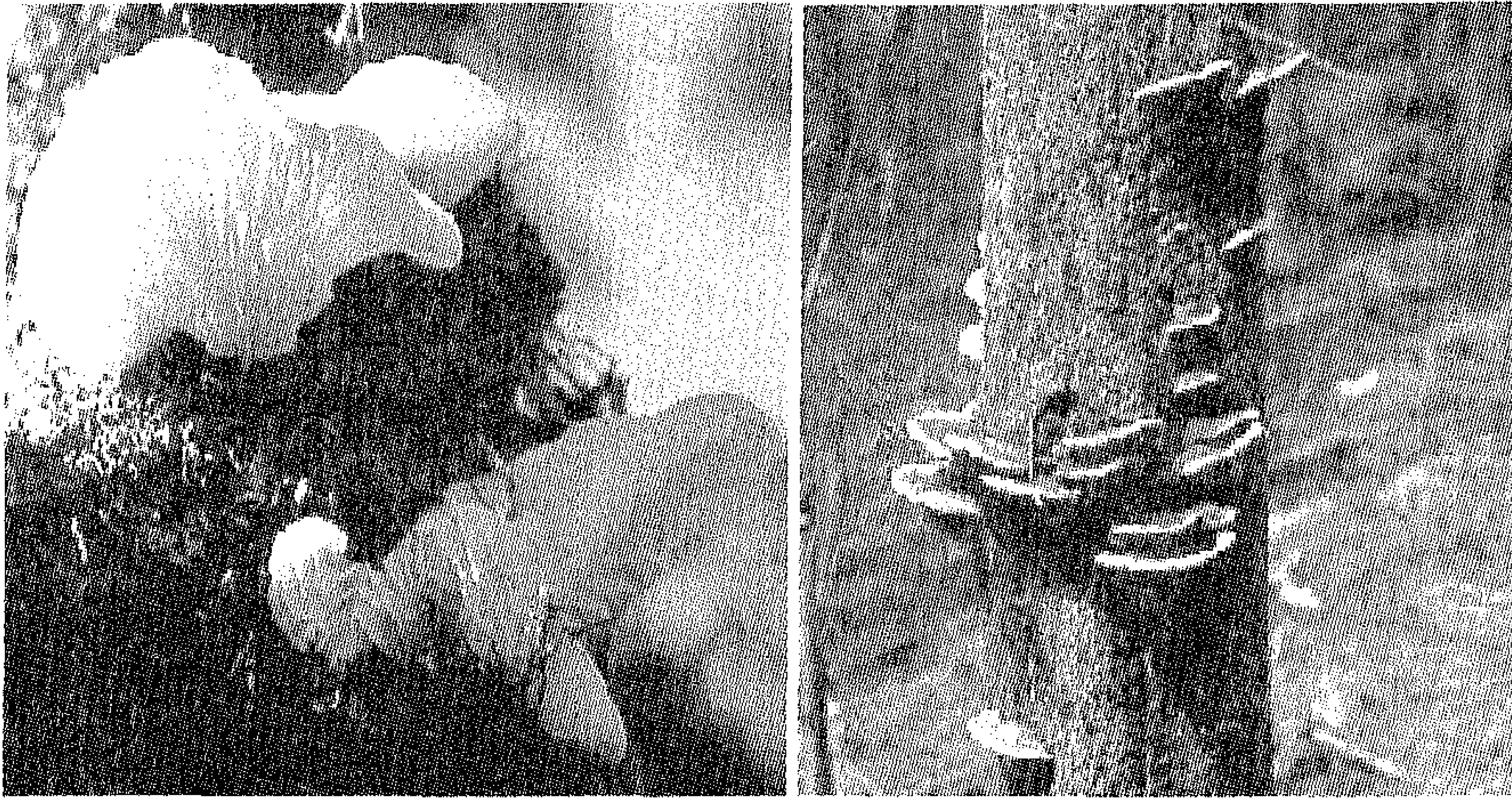
تطور المرض (Development of Disease)

تحصل إصابة الأخشاب من خلال الجروح او التشققات الرطبة في القلف حيث يصبح الخشب مكشوفا. تتسبب هذه المنافذ عن عمليات التقليم وكذلك الأضرار الميكانيكية المختلفة الناتجة عن إستخدام الآلات، اضرار البرد او الحر الشديد آثار الحروق وضربات البرق، تشققات الإنجماد أو الجفاف، والتكسر الناتج عن تاثير الرياح وتضرر الجذور وتاثير الحشرات وغيرها. تقوم البكتريا والفطريات غير المعفنة للأخشاب عند سقوطها على هذه المنافذ محمولة بواسطة قطرات المطر أو الحشرات والطيور او الهواء بالنمو على الخلايا حول الجرح مسببة زيادة الرطوبة والعناصر الغذائية في منطقة الجرح وهنا يسمى هذا بالخشب الرطب أو القلب الأحمر أو القلب الأسود. وعندما يكون مستوى الرطوبة اعلى من درجة تشبع ألياف الخشب تنشط الفطريات البازيدية المعفنة للأخشاب وتحدث الإصابة إذا توفرت ايضا درجات الحرارة المناسبة وغاب التاثير المضاد للأحياء الدقيقة الرمية. ينبت البوغ البازيدي مكونا إنبوب إنبات يتطور الى خيط فطري يتفرع ويغزو ألياف واوعية الخشب ليكون غزلا فطريا. يحصل الفطر على المواد الغذائية من خلال التحليل الأنزيمي لجدران ومحتويات الخلايا. كما يمكن ان تحصل الإصابة بواسطة الغزل الفطري مباشرة إذا وصل منطقة الجرح المناسبة.

إذا كان الجرح صغيرا وحصل اثناء الربيع تحصل حلقة نمو جديدة فوق الجرح تعمل كمنطقة معيقة لنمو الفطريات المحللة. كما تكوّن الشجرة نسيج كالوس عند حواف الجرح فإذا تم ذلك بسرعة يمكن ان يلتئم الجرح ويغلق نهائيا بواسطة نسيج الكالوس. أما في الجروح الكبيرة خصوصا في الخشب الصلب فإن التعفن يستمر متقدما ببطيء نحو المركز والجوانب. وينشأ عمود من التعفن محاط بخلايا معيقة يمتد طوليا بحدود 25 سم في السنة. عموما تنحصر الفطريات البازيدية المعفنة للخشب في هذا العمود ولا تهاجم النموات الجديدة لكن الخشب فيه يتحلل كلية، بينما يستمر دخول الأحياء الدقيقة الثانوية الى منطقة الجرح. إن عملية التحليل والتلون يمكن ان تستغرق 50 الى 100 سنة وتكون اسرع واكثر شيوعا على الأشجار الأقدم والأكبر والأكثر نضجا. أما

في تعفنات الخشب الأخرى مثل أخشاب المخروطيات تنمو إسطوانة التعفن بإستمرار عرضيا لتشمل قطر الشجرة كله مؤدية الى موتها أو سقوطها بسبب الرياح. كما يمكن ان يتوقف التعفن كما ذكر سابقا.

تكوّن الفطريات البازيدية المعفنة للخشب اجسامها الثمرية عند او بالقرب من منطقة إختراقها للشجرة قرب خط التربة او في التسوسات أو الأفرع المتعفنة او في العقد المنتفخة او على طول جذع الشجرة او الفرع الحي او على طول جذع الشجرة بعد موتها (شكل11.66). تتكون الأجسام الثمرية لمعظم الفطريات البازيدية المعفنة للخشب (مثل *Armillaria* و*Bjerkandera* و*Cerrena* و*Collybia* و*Daedaleopsis* و*Hericium* و*Hypsizygus* و*Laetiporus* و*Lentinus* و*Pholiota* و*Piptoporus* و*Pleurotus* و *Polyporus* و*Schizophyllum* و*Trametes* و*Trichaptum*) سنويا ولا تكوّن أبواغا لمدة تزيد على السنة بينما الفطريات *Fomes* و*Oxyporus* و*Phellinus* تكوّن أجسام ثمرية معمرة وتضيف سنويا انسجة مولدة للأبواغ ولمدة 50 سنة او اكثر. تتكون الأبواغ البازيدية في المنطقة الخصيبة على الجسم الثمري وتحمل بواسطة الهواء أو وسائل الإنتشار الأخرى الى جروح جديدة لتكرر الدورة. إن الجسم الثمري الكبير الواحد يمكن ان يكوّن 100 مليون بوغ بازيدي في اليوم الواحد. وحيث أن الجروح تحصل كثيرا وبإستمرار على الشجرة لذلك فهي معرضة الى الإصابة بإستمرار(Anonymous،1999).



شكل 111.66: الأجسام الثمرية للفطر Phellinus gilvus (يمين) والأجسام الثمرية للفطر Pleurotus djamor (يسار)

عن: (Wong،2003)

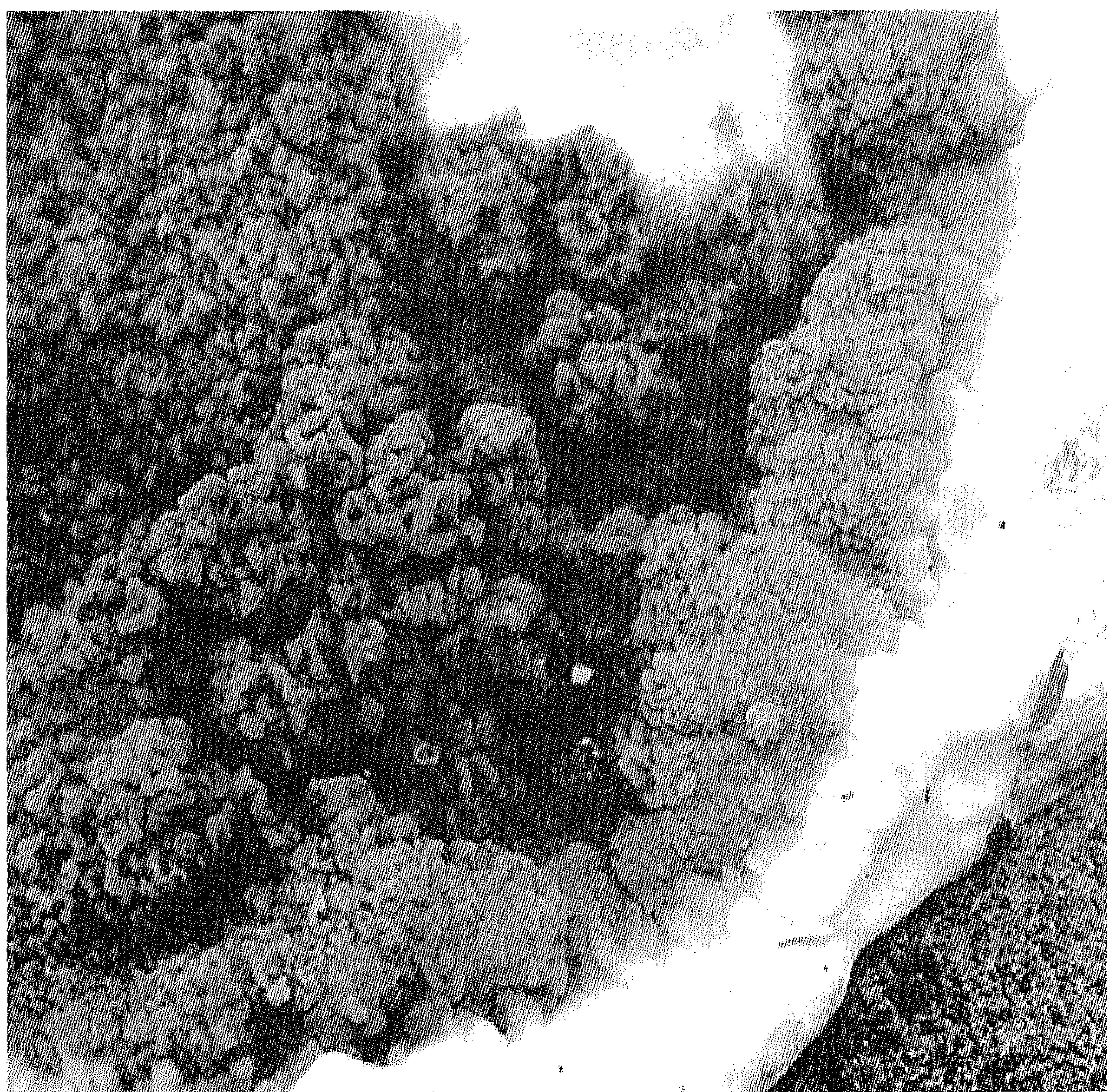
تعفن ألواح الخشب التجاري

Rot of Commercial Wood Logs

إن الخشب التجاري المقطّع يبقى معرض لمهاجمة الفطريات المحللة وتختلف درجة مقاومة الخشب حسب نوع الشجرة ونوع الخشب نفسه ما إذا كان قويا وداكن اللون حيث يكون اكثر مقاومة أو كان فاتح اللون خفيف الوزن حيث يكون أقل مقاومة. إن العامل المحدد لتعرض الخشب المصنع لمهاجمة الفطريات هو نسبة الرطوبة فيه حيث يكون سلبيا إذا كان محتواه الرطوبي 25 – 30 ٪. وعليه فإن صبغ الأخشاب من اجل تقليل إمتصاصها للرطوبة يمكن ان يكون عاملا مساعدا لكنه لايمنع الفطريات من مهاجمتها فالفطر *Aureobasidium pullulans* يمكن ان ينمو سطحيا على الصبغة. كما يعتمد تعفن الخشب على إحتمال كونه مصابا قبل تجفيفه وفي هذه الحالة فإن نمو الفطر يكون بطيئا ويسترجع نشاطه عند تعرض الخشب للرطوبة. ومن الفطريات المسببة لتعفن الخشب الفطر *Serpula lacrymans* الذي يكون خطيرا في أوربا لكنه اقل خطورة

في أمريكا الشمالية، فهذا الفطر يسبب خسائر سنوية تزيد عن 400 مليون جنيه أسترليني في بريطانيا وحدها (شكل11.67)(Barron،2001).

توجد مواد كيميائية يمكن ان تؤخر تعفن الخشب لكن أي منها لايمكنه منعه. وفي هذا المجال تستخدم بعض المواد مثل Pentachlorophenol والزيت الخفيف وقطران الوقود Creosote كمواد حافظة لأعمدة الخطوط التلفونية وغيرها وعوارض سكك الحديد(Barron،2001).



شكل 11.67: الأجسام الثمرية للفطر Serpula lacrymans وهي جيلاتينية مجعدة صدأية اللون قطر 1 ملم وسمك 10 ملم عن (Barron،2001)

السيطرة على المرض (Control)

1. زراعة الأشجار المتكيفة أصلا مع البيئة وإستخدام الشتلات السليمة القوية. وحفظ المسافات المناسبة ما بين الشتلات.

2. الأهتمام بصحة الأشجار من خلال التسميد والري المناسب.

3. إزالة الأفرع الميتة وتقليم الأفرع والأغصان المكسورة.

4. مكافحة الحفارات والحشرات وتجنب إحداث الجروح.

5. تجفيف الأخشاب ومعاملتها بالمواد الكيميائية الحافظة.

6. المكافحة الحيوية للأصول المقطوعة او الجروح حيث تتوفر بعض الأحياء المضادة للإصابة بفطريات تعفن الخشب كما هو الحال مع الفطر *Phlebiopsis gigantea* المضاد لفطر التعفن *Heterobasidion annosum* (Deacon،2005).

المراجع

البلداوي، عبد الستار. 2010. مرض خياس طلع النخيل (مرض الخامج / تعفن طلع النخيل). الشبكة العراقية لنخيل التمر. تقرير / http: / /iraqi-datepalms.net /Web/ WebContent.aspx?id=36

ثابت، كمال علي ومحمود ماهر رجب وعبد الله أحمد الشهيدي ومصطفى محمد فهيم. 1963. علم أمراض النبات. مطبعة العلوم. 577 صفحة.

شريف، فياض محمد وإحسان شفيق ديمرداغ. 1983. دراسة عن مرض لفحة الورد المتسبب عن الفطر بوترايتس في منطقة السليمانية. مجلة زانكو 8 (1): 49 – 61

شريف، فياض محمد وفضل عبد الحسين وأحمد محمد عكاشة ووفاء ناجي. 1988. المقاومة الحيوية للفطر *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitz. على الخيار في البيت البلاستيكي. مجلة البحوث الزراعية والموارد المائية، 7 (1): 99 – 109

شريف، فياض محمد وجمال طالب الربيعي وهشام محمد جاسم. 1988. تأثير بعض فطريات المكافحة الحيوية على الفطر Mauginiella scaettae Cav. مسبب مرض خياس طلع النخيل. مجلة نخلة التمر، 12: 330 – 340

فياض، محمد عامر. 2010. مرض خياس طلع النخيل Inflorescence rot. الشبكة العراقية لنخيل التمر. تقرير http: / /iraqi-datepalms.net /Web /WebContent. aspx?id=36

Abbas ، E. H. and A. S. Abdulla. 2004. First report of false smut disease caused by *Graphiola phoenicis* on date palm trees in Qatar. New Disease (Reports ، 9، 31(Abstract

Abdullah ، S. K.،L.V.Lopes-Lorca and H-B.Jansson. 2007. Diseases of .date palms (phoenix dactylifera L.). PDF 28 pp

Abdullah، S. K.، L. Asensio، E. Monfort، S. Gomez-Vidal،J. Salinas، L. V. Lopez Lorca، H. B. Jansson. 2009. Incidence of the two palm pathogens ، *Thialaviopsis paradoxa* and *T. punctulata* in soil from date palm plantations in Elx، South-East Spain. Ournal of Plant Protection Research ، 49 (3): 276 - 279

Aegerter ، B. J. ، J. J. Nuez and R. M. Davis. 2003.Environmental factors affecting rose downy mildew and development of a forecasting model for a nursery production system. Plant Dis. 87:732–738

Ahn ، J. H. and J. D. Walton. 1997. A fatty acid synthase gene in *Cochliobolus carbonum* required for production of HC-Toxin، Cyclo(D-Prolyl-L-Alanyl-D-Alanyl- L-2-Amino-9،10-Epoxi-8-Oxodecanoyl. Molecular Plant-Microb Interaction 10:207–214.

Akimitsu ، K. ، T. L. Peever and L. W. Timmer. 2003. Molecular، ecological and evolutionary approaches to understanding *Alternaria* diseases of citrus. MOLECULAR PLANT PATHOLOGY ، 4(6): 435–446

Alderman ، S. C. ، R. R. Halse and J. F. White. 2004. A reevaluation of the host range and geographical distribution of *Claviceps purpurea* in the United States. Plant Dis. 88: 63 – 81

Al-Rawahi ، A. K.، and Hancock، J. G. 1998. Parasitism and biological control of *Verticillium dahliae* by *Pythium oligandrum*. Plant Dis. 82: 1100-1106.

Andrews ، D. L. ، J. D. Egan، M. E. Mayorga، and S. E. Gold. 2000. The *Ustilago maydis* ubc4 and ubc5 genes encode members of a MAP Kinase cascade required for filamentous growth. Molecular Plant-Microb Interaction، 13 (7): 781 – 786

Anonymous. 1987. RPD No. 121 – Stinking Smut or Common Bunt of Wheat. RPD No. 121. University of Illinois Anonymous. 1999. Wood rots and decays. RPD No. 642. University of Illinois

Anonymous. 1995. Corn Stalk Rots. Reports on plant diseases، RPD No. 200

Anonymous. 1997. Common Leaf Blights and Spots of Corn. RPD No. 202. University of Illinois.D:\plant diseases\Cochliobolus\IPM Reports on Plant Diseases Common Leaf Blights and Spots of Corn.htm

Anonymous. 2000. Gray-mold rot of Botrytis blight of vegetables.Report on plant disease no. 942. University of Illinois

Anonymous. 2003. Ginseng production guide for commercial growers — 2003 Edition ، pages 101 – 116.

Arneson، P.A. 2005. Coffee rust. The Plant Health Instructor. APS net Education Center Ash ، G. 2000. Downy mildew of grape. The plant health instructor. ASP Net.Updated 2005. D:\plant diseases\DOWNY MILDEWS\PLASMOPARA\APSnet Education Center – Plant Disease Lessons – Downy mildew on grape.htm

Averre ، C. W. 2000. Club–root of cabbage and related crops. Vegetable disease information note 17 (VDIN–0017). North Carolina State University.D:\plant diseases\PLASMODIOPHORALES\CLUB–ROOT OF CABBAGE AND RELATED CROPS.htm

Ayers ، A. W. and R. D. Lumsden. 1975. Factors affecting production and germination of oospores of three Pythium species. Phytopathology، 65: 1094 – 1100

Aylor D. E. and S. Sanogo. 1997. Germinability of *Venturia inaequalis* conidia exposed to sunlight. Phytopathology 87:628–633

Babadoost ، M. 2005. Phytophthora blight of cucurbits.APS Net. The plant health instructor.D:\plant diseases\Pythium\APSnet Education Center – Plant Disease Lessons – Phytophthora blight of cucurbits.htm

Babadoost ، M.، and Mathre، D. E. 1998. A method for extraction and

enumeration of teliospores of *Tilletia indica*، *T. controversa*، and *T. barclayana* in soil. Plant Dis. 82:1357-1361.

Bai ، G.، and Shaner، G. 1994. Scab of wheat: Prospects for control. Plant Dis. 78:760-766

Bailey، D. J.، and C. A. Gilligan. 1999. Dynamics of primary and secondary infection in take-all epidemics. Phytopathology 89:84-91.

Baker S. E. ، S. Kroken ، P. Inderbitzin ، T. Asvarak ، B.Y. Li ، L. Shi ، O. C. Yoder and B. G.Turgeon. 2006. Two Polyketide Synthase-Encoding Genes Are Required for Biosynthesis of the Polyketide Virulence Factor، T-toxin، by *Cochliobolus heterostrophus*. Molecular Plant-Microb Interaction 19:139-149

Balasubramaniam R. 1997. HortFACT - Grapevine Diseases in New Zealand. HortResearch، Marlborough Research CentreD:\plant diseases\Botrytis\HortFACT - Grapevine Diseases in New Zealand.htm

Banuett، F. 1995. Genetics of *Ustilago maydis*، a fungal pathogen that induces tumors in maize. Annu. Rev. Genet. 29:179-208.Barron ، G. 2001. Dry rot of fungi. Website on Fungi http: / /www.uoguelph.ca /~gbarron /index.htm

Barzan ، Y. A. ، F. M. Sharif and A. R. T. Sarhan. 1987. Effect of certain micronutrients on *Fusarium* wilt of tomato.J. Agric. Water Reso.Res. 6 (1): 13 - 28

Basim، H. ، E. Basim، S. Gezgin and M. Babaoglu. 2005. First report of the occurrence of potato wart disease caused by *Synchytrium endobioticum* in Turkey. Plant Dis. ، 89: 1245

Bélanger ، R. R. ، N. Benhamou، and J. G. Menzies. 2003. Cytological evidence of an active role of silicon in wheat resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*). Phytopathology 93:402–412

Benhamou ، N. and C. Garand. 2001. Cytological analysis of defense-related mechanisms Induced in pea root tissues in response to colonization by nonpathogenic *Fusarium oxysporum* Fo47. Phytopathology 91:730–740

Behrendt ، C. J. ، and S.L. Gould. 2006. Parasitic Diseases of Tomato. University of Minnesota.

Bénaouf ، G. and L. Parisi. 2000. Genetics of host-pathogen relationships between *Venturia inaequalis* races 6 and 7 and *Malus Species.* Phytopathology 90:236–242

Bennett ، R. S. and P. A. Arneson. 2003. Black Sigatoka. APS net. Plant Disease lessons.D:\plant diseases\Mycosphaerella\APSnet Education Center – Plant Disease Lessons – Black Sigatoka.htm

Bhadauria، V.، S. Banniza، Y.Wei and Y–L Peng. 2009. Reverse genetics for functional genomics of phytopathogenic fungi and oomycetes. Comparative and Functional Genomics ، Volume 2009، Article ID 380719، 11 pages http: //

downloads.hindawi.com /journals /cfg /2009 /380719.pdf

Bhat، R. G.، and Subbarao، K. V. 1999. Host range specificity in *Verticillium dahliae*. Phytopathology 89:1218–1225.

Bhatia ، A.، T.L. Peever، K. Akimitsu، L. Carpenter-Boggs and L.W. Timmer. 2002. Ecology of *Alternata alternata* on citrus. Phytopathology 92، S7.

Biggs ، A. R. 1984. Boundary Zone Formation in Peach Bark in Response to Wounds and *Cytospora leucostoma* Infection. Can. J. Bot. 62:2814–2821.

Biggs A. R.. Pathological anatomy and histochemistry of *Leucostoma* canker on stone fruits and other selected fungal cankers of deciduous fruit trees. West Virginia University D:\plant diseases\CANKER\Leucostoma Anatomy. htm

Biggs A. R. 1998. Apple Scab، *Venturia inaequalis* D:\plant diseases\ERGOT\Fruit Disease Focus – April، 1998 – Apple Scab.htm

Biggs A. R. and K.D. Hickey. 1998. Apple scab، *Venturia inaequalis*.

Biggs ، A. R. ، K. D. Hickey، and K. S. Yoder. 1998. Brown Rot، Monilinia fructicola. West Virginia University D:\plant diseases\MONILINIA\Brown Rot of Peach and Nectarine.htm

Bilbao ، A. M. and J. Murillo. 2005. Six races of *Venturia inaequalis* are found

causing apple scab in Spain. Plant Dis. 89:908

Blakeman ، J. P. 1993. Pathogens in the foliar environment. Plant Pathol. 42:479-493

Bockus ، W. W. and N. A. Tisserat. 2005. Take-all root rot. The Plant Health Instructor.ASPnet Education Center

Bolton ، M. D.، J. A. Kolmer and D. F. Garvin. 2008. Wheat leaf rust caused by *Puccinia triticina*. Molecular Plant Pathology ، 9 (5): 563 – 575

Bowden ، R. L.، and Leslie، J. F. 1999. Sexual recombination in Gibberella zeae. Phytopathology 89:182-188

Brahic ، C. 2005. Rice blast fungus: New findings. Science & Technology،9 may.D:\plant diseases\Pyricularia\Rice blast fungus new findings – Deccan Herald – Internet Edition.htm

Briquet ، M.، Vilret، D.، Goblet، P.، Mesa، M. and Eloy، M.-C. 1998. Plant cell membranes as biochemical targets of the phytotoxin helminthosporol. J. ioenerg. Biomembr. 30، 285-295.

Brown ، G. E. 2003 a. Anthracnose. PP 136.University of florida D:\plant diseases\ANTHRACNOSE\Anthracnose2.htm

Brown G. E. 2003 b. Sour rot. PP137. Florida Cooperative Extension Service، Institute of Food and Agricultural Sciences، University of Florida

Brown ، G. E. 2003 c. Blue mold. PP134. Florida Cooperative Extension Service، Institute of Food and Agricultural Sciences، University of Florida

Brown ، G. E. 2003 d. Green mold. PP 130. Florida Cooperative Extension Service، Institute of Food and Agricultural Sciences، University of Florida

Brown، C. R.، G. J. Vandemark، T. Cummings،D. Batchelor،J. Miller، C. Olsen and D. Johnson. 2007. Resistance to powdery scab in potato. Potato Progress ، 7: 1-4(Abstract) http: / /www.ars.usda.gov /research / publications /publications.htm?seq_no_115=204252

Bujold ، I. ، T. C. Paulitz and O. Carisse. 2001. Effect of *Microsphaeropsis sp.* on the production of perithecia and ascospores of *Gibberella zeae*. Plant Dis. 85:977-984

Bulat ، S. A. ،N. V. Mironenko and Yu. G. Zholkevich. 1995. Genetic structure of soil population of fungus Fusarium oxysporum Schlechtend.: Fr.: Molecular reidentification of the species and genetic differentiation of isolates using polymerase chain reaction technique with universal primers (UP-PCR). Russian Journal of Genetics ، 31 (3): 315-323

Byrne ، J. M. ، M. K. Hausbeck and L. E. Sconyers. 2005 Influence of environment on atmospheric concentrations of *Peronospora antirrhini* sporangia in field-grown snapdragon. Plant Dis. 89:1060-1066(Abstract)

Catindig ، J. L. A. and I. P. Oña. 2003.Rice blast. Internatiomal Rice

research institute.http: / /www.knowledgebank.irri.org /riceDoctor_MX / Fact_Sheets /Diseases /Rice_Blast.htm#top

Cellerino ، G. P. 1999. Review of poplar diseases 3. Disease by fungi. 3.3. Diseases caused by *Septoria spp.*http: / /www.efor.ucl.ac.be /ipc /pub / celle01 /cells01.htm

Cerkauskas ، R. 2005. Tomato Diseases: Southern Blight ، *Sclerotium rolfsii.* The World vegetable Center، AVRDC Publication 05-631

Cerkauskas ، R. 2004. Cercospora leaf spot. AVRDC – The World Vegetable Center. Fact sheat.PDF From Internet

Cessna ، S. G. ، V. E. Sears ، M. B. Dickman ، and P. S. Low. 2000. Oxalic Acid، a Pathogenicity Factor for *Sclerotinia sclerotiorum*، Suppresses the Oxidative Burst of the Host Plant. Plant Cell، 12: 2191-2200

Chase ، A. R. 1998. Alternaria diseases of ornamentals. Western Connection turf and ornamentals ، 1 (3): 1 – 4

Chen ، D. P. Zhang، Y. F. Xie، and Qifa Zhang. 2001. Pathotypes of *Pyricularia grisea* in rice fields of central and southern China. Plant Dis. 85:843-850

Cintas ، N. A.، and Webster، R. K. 2001. Effects of rice straw management on *Sclerotium oryzae* inoculum، stem rot severity، and yield of rice in California.

Plant Dis. 85:1140–1144.

Cilliers ، A. J.، Herselman، L.، and Pretorius، Z. A. 2000. Genetic variability within and among mycelial ompatibility groups of *Sclerotium rolfsii* in South Africa. Phytopathology 90:1026–1031.

Clark ، C. A.، and Hoy، M. W. 1994. Identification of resistance in sweetpotato to *Rhizopus* soft rot using two inoculation methods. Plant Dis. 78:1078–1082

Clarkson ، J. D. S. 2000. Virulence survey report for wheat powdery mildew in Europe، 1996 – 1998. Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin [www. crpmb.org /] 2000 /1204clarkson

Cline ، W. O. 2000. Muscadine Grape Diseases and Their Control Fruit Disease Information Note 12. North Carolina state University D:\plant diseases\ANTHRACNOSE\FDIN012 – Muscadine Grape Diseases and Their Control.htm

Coertze ، S.، Holz، G.، and Sadie، A. 2001. Germination and establishment of infection on grape berries by single airborne conidia of *Botrytis cinerea*. Plant Dis. 85:668–677

Cohen ، L.، and Eyal، Z. 1993. The histology of processes associated with the infection of resistant and susceptible wheat cultivars with Septoria tritici. Plant Pathol. 42:737–743.

Choquer ، M.، E. Fournier ، C. Kunz ، C. Levis ، J. M. Pradier، A. Simon and M. Viaud. 2007. Botrytis cinerea virulence factors: new insights into a necrotrophic and polyphageous pathogen. FEMS Microbiol Lett. ، 277 (1): 1-10 http: / /www.ncbi.nlm.nih.gov /pubmed /17986079

Cordeiro ، Z. J. M. and A. P. de Matos. 2002. Impact of *Mycosphaerella spp.* in Brazil. Pages 91 - 97. In: Proceedings of the 2nd International workshop on *Mycosphaerella* leaf spot diseases held in San José،Costa Rica، 20-23 May 2002

Crous ، P. W. ، J.Z. Groenewald ، A. Aptroot ، U. Braun،X. Mourichon and J. Carlier. 2002. Integrating morphological and molecular data sets on *Mycosphaerella*، with specific reference to species occuring on *Musa*. Pages 42 - 57. In: Proceedings of the 2nd International workshop on *Mycosphaerella* leaf spot diseases held in San José،Costa Rica، 20-23 May 2002

Cubeta ، M. A. and R. Vilgalys. 1997. Population Biology of the Rhizoctonia solani Complex. Population Genetics of Soilborne Fungal Plant Pathogens. Phytopathology. Publication no. P-1997-0131-02O © The American Phytopathological Society

Cunfer ، B. M. 1999. Session 2: The Infection Process*Stagonospora* and *Septoria* Pathogens of Cereals: The Infection Process In: Septoria and Stagonospora Diseases of Cereals:A Compilation of Global Research http: / /www.cimmyt.org /Research /Wheat /pdf /Septoria /contents.htm

Damicone ، J. P. ، P. W. Pratt and K. E. Conway. Phymatotrichum root rot. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources • Oklahoma State University http: / /www.osuextra.com

Daughtrey ، M. L.، K. T. Hodge، and N. Shishkoff. 2003. Archiascomycete and Hemiascomycete pathogens. In: Plant Pathology: Concepts & Laboratory Exercises ،Chapter 13 ، pages: 111 – 116 ،CRC Press LLC

D'Arcy، C.J.. 2000. Dutch elm disease. The Plant Health Instructor.APSnet Education Center. http: / /www.apsnet.org /education /LessonsPlantPath / DutchElm /Deacon ، J. 2005a. The Microbial World: Biotrophic plant pathogens D:\plant pathology\Biotrophic plant pathogens.htm

Deacon ، J. 2005b. Fungal Biology. Blackwell Publishing http: / /www. biology.ed.ac.uk /research /groups /jdeacon /FungalBiology /morim.htm

Dean ، R. A. ، N. J. Talbot، D. J. Ebbole، M. L. Farman، T. K. Mitchell، M. J. Orbach، M. Thon، R. Kulkarni، J.–R. Xu، H. Pan، N. D. Read، Y.–H. Lee، I. Carbone، D.Brown، Y. Y. Oh، N.Donofrio، J. S. Jeong، D. M. Soanes، S.Djonovic، E. Kolomiets، C. Rehmeyer، W. Li، M. Harding، S. Kim، M–H Lebrun، H.Bohnert، S. Coughlan، J. Butler، S. Calvo، L–J Ma، R. Nicol، S.Purcell، C. Nusbaum، J. E. G. and B. W. Birren. 2005. The genome sequence of the rice blast fungus *Magnaporthe grisea*. *Nature* 434، 980–986

De Jong ، J.C.، McCormack، B.J.، Smirnoff، N.، and Talbot، N.J. (1997).

Glycerol generates turgor in rice blast. Nature 389، 244–245.

del Rio ، L. E. ، C. A. Martinson and X. B. Yang. 2002. Biological control of *Sclerotinia* stem rot of soybean with *Sporidesmium sclerotivorum*. Plant Dis. 86:999–1004

Delahaut ، K. and W. Stevenson. 2004. Onion disorders: *Botrytis* leaf blight، leaf fleck،and neck rot. University of Wiskosin

Dickman ، M. B. ، Y. S. Ha، Z. Yang، B. Adams، and C. Huang. 2003. A protein kinase from *Colletotrichum trifolii* is induced by plant cutin and is required for appressorium formation. Molecular Plant–Microb Interaction ، 16:411–421

Dillard ، H. R. 1988. Bean Anthracnose. Fact Sheet Page 729.40. Cornell University

Dorey ، S. ، F. Baillieul، M. A. Pierrel، P. Saindrenan، B. Fritig، and S. Kauffmann. 1997. Spatial and temporal induction of cell death، defense genes، and accumulation of salicylic acid in tobacco leaves reacting hypersensitively to a fungal glycoprotein elicitor. Molecular Plant–Microb Interaction ، 10:646–655 (Abstract)

Dow، R. L.، Porter، D. M.، and Powell، N. L. 1988. Effect of environmental factors on Sclerotinia minor and Sclerotinia blight of peanut.Phytopathology 78:672–676.

Dushnicky، L. G. ،G. M. Sumner and A. W. MacGregor. 1998. Detection of infection and host responses in susceptible and resistant wheat cultivars to a toxin-producing isolate of *Pyrenophora tritici-repentis*. Can.J.Plant Pathol. 20: 19 – 27

Duczek ، L. J. ،C. R. Kindrachuk and D. A. Dyadic. 1991. Diseases of irrigated spring wheat and spring barley in Saskatchewan from 1986-1989. Canadian Journal of Plant Pathology 13، 124-130

Duijff، B. J.، Recorbet، G.، Bakker، P. A. H. M.، Loper، J. E.، and Lemanceau، P. 1999. Microbial antagonism at the root level is involved in the suppression of *Fusarium* wilt by the combination of nonpathogenic *Fusarium oxysporum* Fo47 and *Pseudomonas putida* WCS358. Phytopathology ، 89:1073-1079.

du Toit ، L. J. ، M. L. Derie and G. Q. Pelter. 2004. Prevalence of *Botrytis spp.* in onion seed crops in the Columbia basin of Washington. Plant Dis. 88:1061-1068

Eckardt، N. A. 2006. Identification of rust fungi avirulence elicitors. The Plant Cell 18:1-3

Eden ، M. A.، Hill، R. A.، Beresford، R.، and Stewart، A. 1996. The influence of inoculum concentration، relative humidity، and temperature on infection of greenhouse tomatoes by *Botrytis cinerea*. Plant Pathol. 45:798-806

Edmunds ، B. A. and G. J. Holmes. 2004. Effect of postharvest dip treatments

on Rhizopus soft rot of sweetpotato. F&N Tests Vol 60:V006 Dept. of Plant Pathology، North Carolina State Univ.، Raleigh، NC 27695-7616

Elad ، Y. ، J. Köhl and N. J. Fokkema. 1994. Control of infection and sporulation of *Botrytis cinerea* on bean and tomato by saprophytic yeasts. Phytopathology 84:11931200 -.

Elazegui ، F. A. ، N.P. Castilla، L.P. Nieva، C.M. Vera Cruz. 2002. Fungal Diseases of Rice، Brown spot. International Rice Research Institute. http: / /www.knowledgebank.irri.org /RP /fungDiseases /FungDiseases. htm#Brown_Spot /Introduction_to_Brown_Spot.htm

El-Behadli ، A. H. and A. F. Al-Azawi. 1979. Preliminary survey of diseases in green house in Iraq. Iraqi J. Agric. Sci. 14: 15 – 38

El-Gariani،N. K.،A. M. El-Rayani and E. A. Edongali. 2007. Distribution of phytopathogenic fungi on the costal region of Libya and their relationship with date cultivars. Acta Hort. (ISHS): 736: 449 - 455 http: / /www.actahort. org /books /736 /736_42.htm

Elliott ، M. L. ؟. *Graphiola* leaf spot. Publication No. 216. Uniersity of Florida

Ellis ، M. A. ، J. Chatfield and E. Draper. 1997. Scab of Apple and Crabapple. Ohio State University Extension Fact Sheet HYG-3003-94 D:\plant diseases\ERGOT\Scab of Apple and Crabapple، HYG-3003-94.htm

Ellis ، M. A. 1998. Verticillium wilt of strawberry. Ohio State University Extension Fact Sheet HYG-3012-95.

Elisabeth ، A. Stevens، Emily J.A. Blakemore & James C. Reeves. 1998. Relationships amongst barley and oat infecting isolates of Pyrenophora spp. based on sequences of the internal transcribed spacer regions of ribosomal DNA. Molecular Plant Pathology On-Line.[http: / /www.bspp.org.uk / mppol /1998 /1111stevens]

El Modafar ، C. 2010. Mechanisms of date palm resistance to Bayoud disease: Current state of knowledge and research prospects. Physiological and Molecular Plant Pathology. Article in Press http: / /www.sciencedirect. com /science?_ob=ArticleURL&_udi=B6WPC-50H1WN6-2&_user=10&_coverDate=07%2F10%2F2010&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_acct=C000050221&_version=1&urlVersion=0&_userid=10&md5=ba710001859f127ec387a8a bdcdc2516

Elyasi-Gomari ، S. 2010. Virulence of *Puccinia triticina* on wheat in Iran. African Journal of Plant Science ، 4 (2): 026-031 Available online at http: / / www.academicjournals.org /ajps

EPPO. *Synchytrium endobioticum*.quarantine pest Prepared by CABI and EPPO for the EU under Contract 90 /399003 Data Sheets on Quarantine Pests. Pdf 5 p.http: / /www.eppo.org /QUARANTINE /fungi /Synchytrium_

endobioticum /SYNCEN_ds.pdf

EPPO Reporting Service. 2008. 2008/027 First report of *Synchytrium endobioticum* in Bulgaria.NO. 2 PARIS، 2008-02-01

Esser، K. and Tudzynski، P. 1978. Genetics of the ergot fungus Claviceps purpurea. I. Proof of a monoecious life-cycle and segregation patterns for mycelial morphology and alkaloid production. Theor. Appl. Genet. 53، 145-149

Fermaud، M.، and Le Menn، R. 1989. Association of *Botrytis cinerea* with grape berry moth larvae. Phytopathology 79:651- 656

Fermaud، M.، and Le Menn، R. 1992. Transmission of *Botrytis cinerea* to grapes by grape berry moth larvae. Phytopathology 82:1393-1398

FichtnerE.J. *Sclerotiumrolfsii*Sacc.:'Kudzu of the Fungal World'. NC State University .

Fuentes-Dávila G. ، B.J. Goates، P. Thomas، J. Nielsen، B. Ballantyne. Smut diseases. FAO Corporate Document Repository D:\plant diseases\SMUT\FAO Document Repository.htm

Garzn، C. D.، D. M. Geiser، and G W Moorman. 2005. Diagnosis and Population Analysis of *Pythium* Species Using AFLP Fingerprinting Plant Dis. 89:81-89 (Abstract

Gill ، D. L. and R. K. Horst. 1993. Diseases of Rose *Rosa* spp.)، Common Names of Plant Diseases. Plant pathology online.) ASPnet http: / /www.apsnet.org /online /common /names /rose.asp

Gilles ، T. ، K. Phelps، J. P. Clarkson، and R. Kennedy. 2004. Development of MILIONCAST، an Improved Model for Predicting Downy Mildew Sporulation on Onions. Plant Dis. 88:695–702 (Abstract)

Gillman، D. H. 2005. Sooty mold. UMass Extension Landscape، Nursery & Urban Forestry Program. PDF 2pp http: / /www.umassgreeninfo.org / fact_sheets /diseases /sooty_mold.pdf

Goates، B.J. 1994. Resistance to dwarf bunt among winter wheat cultivars. Phytopathology، 84:1116

Goates، B. J. ، and Peterson، G. L. 1999. Relationship between soilborne and seedborne inoculum density and the incidence of dwarf bunt of wheat. Plant Dis. 83:819–824

Goldberg ، N. P. 1997. Root Diseases of Pistachio Trees in New Mexico. Guide H–647. New Mexico State University

Goodwin ، S. B. and G. H.J. Kenna. 2004. Why Sequence *Mycosphaerella?* D:\plant diseases\Mycosphaerella\JGI – Why Sequence Mycosphaerella. htm

Gomès، E.، E. Sagot، C. Gaillard، L. Laquitaine، B. Poinssot، Y. H. Sanejouand ، S. Delrot، and P. Coutos-Thévenot. 2003. Nonspecific lipid-transfer protein genes expression in grape (*Vitis* sp.) cells in response to fungal elicitor treatments. Molecular Plant-Microb Interaction، 16:456-464 (Abstract)

Goudet، C. ، M.L. Milat، H. Sentenac ، and J. B. Thibaud. 2000. Beticolins، nonpeptidic، polycyclic molecules produced by the phytopathogenic fungus *Cercospora beticola*، as a new family of ion channel-forming toxins. Molecular Plant-Microb Interaction 13:203-209

Garafalo ، J. F. and R. T. McMillan. 2004. *Thialaviopsis* disease of palms. Proc. Fla. State Hort. Soc. ، 117: 324 – 325

Graham ، J. H. ، L. W. Timmer، D. L. Drouillard، and T. L. Peever. 1998. Characterization of *Phytophthora* spp. causing outbreaks of citrus brown rot in Florida. Phytopathology 88:724-729

Griffey ، C. A. ، M. K. Das and E. L. Stromberg. 1993. Effectiveness of adult-plant esistance in reducing grain yield loss to powdery mildew in winter wheat. Plant Dis 77: 618-622

Guetsky ، R. ، D. Shtienberg، Y. Elad، E. Fischer، and A. Dinoor. 2002. Improving biological control by combining biocontrol agents each with several mechanisms of disease suppression. Phytopathology 92:976-985

Guerber، C. and D. O. TeBeest. 2006. Infection of rice seed grown in Arkansas

by *Pyricularia grisea* and transmission to seedlings in the field. Plant Dis. 90:170-176

Gutierrez W. A. ، H. D. Shew، and T. A. Melton. 2001. Rhizoctonia Diseases in Tobacco Greenhouses. TB07 - Tobacco Disease Note 7. North Carolina State University

Gyenis L. ، N. A. Anderson and E. Michael. 2003. Biological control of *Septoria* leaf spot disease of hybrid poplar in the field. Plant Dis. 87:809-813

Hagan A. ، P. L. Mask ، W. S. Gazawy and R. T. Gudauskas. 1991. Corn diseases in Alabama.D:\plant diseases\GIBBERELLA\ACES Publications ANR-0601.htm

Hansen ، M. A. and E. Day. 2000. Sooty Mold of Conifers and Hardwoods. Virginia Cooperative Extension. Publication Number: 450-618 D:\Slime mould\Sooty Mold of Conifers and Hardwoods.htm

Hansen ، M. A. 2000. Foliar Diseases of Dogwood. Publication Number: 450-611. Virginia State university.

Hansen ، M. A. 2000. Corn smut. Publication Number: 450-706.Vrginia State University

Hao، J. J.، Subbarao، K. V.، and Duniway، J. M. 2003. Germination of *Sclerotinia minor* and *S. sclerotiorum* sclerotia under various soil moisture

and temperature combinations. Phytopathology 93:443–450.

Harman، G. E. And Y. Hadar. 1983. Biological control of Pythium species. Seed Sci. & Technol.، 11: 893 – 906

Haugen ، L. and M. Stennes. 1999. Fungicide injection to control Dutch elm disease: understanding the options. Plant Diagnosticions Quarterly، 20 (2): 29 – 38

Haugen ، L. 1998. How to identify and manage dutch elm disease.USDA، NA–PR 07–98

Heist ، E. P. ، D. Zaitlin، D. L. Funnell، W. C. Nesmith، and C. L. Schardl.2004. Necrotic lesion resistance induced by *Peronospora tabacina* on leaves of *Nicotiana obtusifolia.*. Phytopathology 94:1178–1188

Heist ، E. P.، W. C. Nesmith، and C. L. Schardl. 2002. Interactions of *Peronospora tabacina* with roots of *Nicotiana* spp. in gnotobiotic associations. Phytopathology 92:400–405

Heist ، E. P.، W. C. Nesmith، and C. L. Schardl. 2001. Cocultures of *Peronospora tabacina* and *Nicotiana* species to study host–pathogen interactions. Phytopathology 91:1224–1230

Hermanns ، M ، A J Slusarenko، and N L Schlaich. 2003. Organ–specificity in a plant disease is determined independently of *R* gene signaling. MPMI 16:752–759

L., M. Hokeberg and Gerhardson, B. 1998 .Performance of the Pseudomonas chlororaphis biocontrol agent MA 342 against cereal seed-borne diseases in field experiments. Eur. J.Plant Pathol. , 104 : 701–711.

Hershman ، D. E.1992. *Septoria* diseases of wheat. PPA–39 D:\plant diseases\Mycosphaerella\ppa–39 SEPTORIA DISEASES OF WHEAT.htm

Higginbotham ، R. W. ، T. C. and K. K. Kidwell Paulitz 2004. Virulence of *Pythium* Species Isolated from Wheat Fields in Eastern Washington. Plant Dis. 88:1021–1026

Holgu ، R. J. 2005. Fusarium Wilt of Tomato Caused by Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici Race 3 in Baja California Sur، Mexico. Plant Dis. 89:1360

Holmes ، G. J.، and Stange، R. R. 2002. Influence of wound type and storage duration on susceptibility of sweetpotatoes to *Rhizopus* soft rot. Plant Dis. 86:345–348.

Hong ، C. and T. J. Michailides. 1998. Effect of temperature on the discharge and germination of ascospores by apothecia of *Monilinia fructicola*. Plant Dis. 82:195–202

Hong ، C. and T. J. Michailides. 1999. Mycoflora of stone fruit mummies in California orchards. Plant Dis. 84:417–422

Hong ، C. and T. J. Michailides. 1998. Effects of Wounding، Inoculum

Density، and Biological Control Agents on Postharvest Brown Rot of Stone FruitsPlant Dis. 82:1210-1216

Horst ، L. E.، J. Locke، and C. R. Krause، R. W. McMahon ، L. V. Madden and H. A. J. Hoitink. 2005. Suppression of *Botrytis Blight* of begonia by *Trichoderma hamatum* 382 in peat and compost-amended potting mixes. Plant Dis. 89:1195-1200

Hausbeck، M. 2003. Purple spot disease of asparagus. Plant Pathology Vegetable Team Elert Advisory. Vol. 18، No. 3، May 14، 2003. University of Mhicigan

Hyakumachi ، M. ، Achmadi Priyatmojo، Mayumi Kubota، and Hirokazu Fukui. 2005. New anastomosis groups، AG-T and AG-U، of binucleate Rhizoctonia spp. causing root and stem rot of cut-flower and miniature roses. Phytopathology 95:784-792

Idnurm، A.، and Howlett، B.J. (2001). Pathogenicitygenesofphytopathogenic fungi. Mol. Plant Pathol. 2، 241-255

Imani ، Y. ، A. Ouassou and C. A. Griffey. 2002. Virulence of Blumeria graminis f. sp. tritici Populations in Morocco.. Plant Dis. 86:383-388

Imolehin، E. D.، and Grogan، R. G. 1980. Effect of oxygen، carbon dioxide،and ethylene on growth، sclerotial production، germination، and infection by Sclerotinia minor. Phytopathology 70:1158-1161.

Ikeda ، T. Ecophysiological charachteristics of leaves on twig of Prunus yedoensis suffering from witches'broom disease caused by Taphrina wiesneri. Kansai Research Center، Forestry and Forest Products Research Institute، Ministry of Agriculture، Forestry and Fisheries، D:\plant diseases\ TAPHRINA\ICPP98 Paper Number 3_7_76.htm Momoyama، Fushimi، Kyoto 612، Japan

Inoue ، I.، F. Namiki and T. Tsuge. 2002. Plant colonization by the vascular wilt fungus *Fusarium oxysporum* requires FOW1، a gene encoding a mitochondrial protein. Plant Cell ،14(8): 1869–1883

Ishikawa ، R ، K. Shirouzu، H. Nakashita، H.-Y. Lee، T. Motoyama، I. Yamaguchi، T. Teraoka، and T. Arie. 2005. Foliar spray of Validamycin A or Validoxylamine A controls tomato *Fusarium* wilt. Phytopathology 95:1209-1216

Isshiki ، A.، K. Akimitsu، M. Yamamoto and H. Yamamoto،2001. Endopolygalacturonase is essential for citrus black rot caused by Alternaria citri but not brown spot caused by Alternaria alternata. Molecular Plant-Microbe Interactions 14، 749–757.

Rosales ، I. M. ، P. Sepúlveda، and A. Bruna. 2004. First report of *Lettuce big-vein virus* and *Mirafiori lettuce virus* in Chile. Plant Dis. 88:1286

Jabaji-Hare ، S. and S. M. Neate. 2005. Nonpathogenic binucleate *Rhizoctonia spp.* and benzothiadiazole protect cotton seedlings against

Rhizoctonia damping-off and *Alternaria* leaf spot in cotton. Phytopathology 95:1030-1036

Janisiewicz ، W. 1999. Blue mold، *Penicillium spp.* USDA Appalachian Fruit Research Station، Kearneysville، W.Va.

Jarvis ، W. R. 1989. Managing diseases in greenhouse crops. Plant Dis. 73:190-194.

Jayasena ، K. and Robert Loughman. 2001. Leaf diseases of barley Farmnote.

Jha ، G.، K. Thakur and P. Thakur. 2009. The *Venturia* apple pathosystem: pathogenicitymechanisms and plant defense responses. Journal of Biomedicine and Biotechnology ، Volume 2009، Article ID 680160، 10 pages. doi:10.1155/2009/680160 http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2817808/pdf/JBB2009-680160.pdf

Jin ، Y. 2003. Races of *Puccinia graminis* identified in the United States during 2003. Plant Dis. 89:1125-1127

Jones، H. ، J. M. Whipps and S. J. Gurr. 2001. The tomato powdery mildew fungus *Oidium neolycopersici*. Molecular Plant Pathology، 2 (6): 303-309

Johnson، S. B. 2008. Powdery Scab of Potatoes. Potato Facts Extension crops specialist. University of Maine Cooperative Extension

Bulletin No.2436

Johnson ، S. B. and S. S. Leach.Potato Facts Rhizoctonia Diseases on Potatoes . University of Maine Cooperative Extension Bulletin No.2273

Jones ، D. R. 2002. The distribution and importance of the *Mycosphaerella* leaf spot diseases of banana.Pages 25 – 41 In: Proceedings of the 2nd International workshop on *Mycosphaerella* leaf spot diseases held in San José،Costa Rica، 20–23 May 2002

Jones، R. K. and C. E. Windels. 1991. A management model for Cercospora leaf spot of sugarbeets. AG–FO–5643–E. University of Minnesota Johnsson

Jord ، C. ، M. I. Font and P. Martinez–Culebras. 2005. Viral etiology of diseases detected in melon in Guatemala. Plant Dis. 89:338

Kamoun ، S. 2003. Molecular Genetics of Pathogenic Oomycetes. Eukaryotic Cell، 2 (2): 191–199

Kararah ، M. A.and M.I. Ammar. 2001. Heart rot disease of date palm in .Egypt. Internet HTML ، 20 pp

Katan، T.، Shlevin، E.، and Katan، J. 1997. Sporulation of *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* on stem surfaces of tomato plants and aerial dissemination of inoculum. Phytopathology 87:712–719

Katan ، T. 1999. Current Status of Vegetative Compatibility Groups in

Fusarium oxysporum. Phytoparasitica 27(1):xxx-xxx

Killigrew ، B X and K. Sivasithamparam. 2005. Absence of Oospores of Downy Mildew of Grape Caused by *Plasmopara viticola* as the Source of Primary Inoculum in Most Western Australian Vineyards Plant Dis. 89:777 (Abstract)

Keen ، N.T. (1986). Pathogenic strategies of fungi. In Recognition in Microbe-Plant Symbiotic and Pathogenic Interactions، B. Lugtenberg،ed (Berlin: Springer-Verlag). pp. 171-188.

Kenerley، C. M.، Ivors، K.، Appel، D.، and Nelson، S. 1994. Spatial and temporal dynamics of epidemics in apple orchards caused by Phymatotrichum omnivorum. Phytopathology. 84:1142(Abstract)

Khan ، N. I.، Schisler، D. A.، Boehm، M. J.، Slininger، P. J.، and Bothast، R. J. 2001. Selection and evaluation of microorganisms for biocontrol of *Fusarium* head blight of wheat incited by *Gibberella zeae*. Plant Dis. 85:1253-1258.

Kim ، K. D. ، B. J. Oh and J. Yang. 1999. Differential Interactions of a *Colletotrichum gloeosporioides* isolate with green and red Pepper Fruits. Phytoparasitica 27(2):1-10

Kiewnick ، S.، Jacobsen، B. J.، Braun-Kiewnick، A.، Eckhoff، J. L. A.، and Bergman، J. W. 2001. Integrated control of *Rhizoctonia* crown and root rot of sugar beet with fungicides and antagonistic bacteria. Plant Dis. 85:718-722.

Kim ، D.-S.، Cook، R. J.، and Weller، D. M. 1997. *Bacillus sp.* L324-92 for biological control of three root diseases of wheat grown with reduced tillage. Phytopathology 87:551-558.

Killigrew ، B. X. and K. Sivasithamparam. 2005. Absence of Oospores of Downy Mildew of Grape Caused by *Plasmopara viticola* as the Source of Primary Inoculum in Most Western Australian VineyardsPlant Dis. 89:777

Knogge ، W. 1996. Funga1 Infection of Plants. The Plant Cell، 8: 1711-1722

Knudsen ، I.M.B.، Hockenhull، J. and Jensen، D.F. 1995. Biocontrol of seedling disease of barley and wheat caused by Fusarium culmorum and Bipolaris sorokiniana: Effects of selected fungal antagonists on growth and yield components. Plant Pathol. 44، 467-477

Koch ، E.، R. Cox ، P. H. Williams. 1991. Infection of *Arabidopsis thaliana* by *Plasmodiophora brassicae.* Journal of Phytopathology 132، 99 – 104

Kohmoto ، K.، Y. Itoh، N. Shimomura، Y. Kondoh، H. Otani،M. Kodama، S.Nishimura and S. Nakatsuka، 1993.Isolation and biological activities of two host-specific toxins from the tangerine pathotype of Alternaria alternata. Phytopathology 83، 495-502

Kolattukudy، P. E. ، L. M. Rogers، D. Li، C. S. Hwang، and M. A. Flaishman. 1995. Surface signaling in pathogenesis. Proc Natl Acad Sci U S A، 92(10): 4080-4087

Kolmer، J. A.، and M. E. Ordoñez. 2007. Genetic differentiation of *Puccinia triticina* populations in Central Asia and the Caucasus. Phytopathology ، 97 (9): 1141–1149

Kucharek ، T. 2000. Alternaria Diseases of Crucifers. Plant Pathology fact Sheet.pp.34

Kumar ، J ، P. Schäfer، R. Hückelhoven، G. Langen ، H. Baltruschat ، E. Stein ، S. Nagarajan and K–H Kogel. 2002. Bipolaris sorokiniana، a cereal pathogen of global concern: cytological and molecular approaches towards better control. Molecular Plant pathology، 3 (4): 185 – 195

Laemmlen ، F. 2001. Damping–off diseases. Publication 8041. University of California Cooperative Extension Farm Advisor، Santa Barbara and San Luis Obispo Counties

Larkin ، R. P. and D. R. Fravel. 1998. Efficacy of arious fungal and bacterial biocontrol organisms for control of *Fusarium* wilt of tomato. Plant Dis. 82:1022–1028

Latorre ، B. A. and M. E. Rioja. 2001. *Phytophthora* species associated with crown and root rot of apple in Chile. Plant Dis. 85:603–606 (Abstract)

Laemmlen ، F. 2001. Alternaria diseases. Publication 8040. University of California Agriculture and Natural Resources http: / /anrcatalog.ucdavis.edu

Laemmlen ، F. 2001. Sclerotinia Diseases. ANR Publication 8042University of California 2 http: / /anrcatalog.ucdavis.edu

Lang ، K. J. 2005. Wood diseases in words and pictures. http: / /66.218.71.231 /language /translation /translatedPage.php?lp=de_en&text=http%3a%2f%2fwww.forst.tu-muenchen.de%2fEXT%2fLST%2fBOTAN%2fLEHRE%2fPATHO%2fkrankhei.htm

Latunde-Dada ، A. O. 2001. Pathogen profile: Colletotrichum: tales of forcible entry، stealth، transient confinement and breakout. Molecular Plant Pathology، 2 (4): 187

Le Cam ، B. ، L. Parisi، and L. Arene. 2001. Evidence of two formae speciales in *Venturia inaequalis*، responsible for apple and *Pyracantha* scab. Phytopathology 92:314-320

Legard ، D. E. ، C. L. Xiao، J. C. Mertely، and C. K. Chandler. 2001. Management of *Botrytis* fruit rot in annual winter strawberry using captan، thiram، and iprodione. Plant Dis. 85:31-39

Leonard ، K. J.، Y. Anikster، J. Manisterski، D. L. Long. 2005. Resistance to leaf rust، stripe rust، and stem rust in *Aegilops* spp. in Israel. Plant Dis. ، 89: 303-308

Leonard ، K. J. and L. J. Szabo. 2005. Pathogen profile Stem rust of small grains and grasses caused by *Puccinia graminis*. Molecular Plant Pathology

، 6 (2): 99–111

Li ، A.، Wang، M.L.، Zhou، R.، Kong، X.، Huo، N.، Wang، W.، Jia، J. 2005. Comparative analysis of early defense in compatible and incompatible wheat–powdery mildew interactions. Plant Pathology. 54:308–316 Interpretive

Lillemo ، M.، H. Skinnes ، R. P. Singh and M. van Ginkel. 2006. Genetic Analysis of Partial Resistance to Powdery Mildew in Bread Wheat Line Saar. M. Plant Dis. 90:225–228

Lipps ، P. E. ، A. E. Dorrance، and D. R. Mills. *Gibberella* stalk rot of corn. AC–0033–01. Ohio State University

Lipps ، P. E. 1996. Loose smut of wheat، spelt and barley. AC–12–96. Ohio State University

Liu ، S. 1999. Molecular marker analysis of adult plant resistance to powdery mildew in common wheat. Ph.D. Thesis، Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University، 68 pp.

Liu ، S. ، C. A. Griffey، and M. A. Saghai Maroof. 2001. Identification of molecular markers associated with adult plant resistance to powdery mildew in common wheat cultivar massey. Crop Sci. 41:1268–1275

Long ، D. H.، F. N. Lee and D. O. TeBeest. 2000. Effect of nitrogen fertilization on disease progress of rice blast on susceptible and resistant cultivars. Plant

Dis. 84:403-409

Lot، H.، R. N. Campbell، S. Souche، R. G. Milne، and P. Roggero. 2002. Transmission by *Olpidium brassicae* of *Mirafiori lettuce virus* and *Lettuce big-vein virus*، and their roles in lettuce big-vein etiology Phytopathology 92:288-293

Lovell، D. J.، Parker، S. R.، Baldwin، S.، and Fraaije، B. A. 2003. Peduncle rot of dwarf wheat caused by *Rhizoctonia cerealis*. Online. Plant Health Progress doi:10.1094 /PHP-2003-0717-01-HN

Luna ، I. and L. Fucikovsky. 1987. South African Avocado Growers' Association Yearbook 10:110-111. Proceedings of the First World Avocado Congress

Luo ، Y. ، Z. Ma، and T. J. Michailides. 2001. Analysis of factors affecting latent infection and sporulation of *Monilinia fructicola* on prune fruit. Plant Dis. 85:999-1003

Luo ، Y. ، T. J. Michailides، D. P. Morgan، W. H. Krueger، and R. P. Buchner. 2005. Inoculum dynamics، fruit infection، and development of brown rot in prune orchards in California. Phytopathology 95:1132-1136

Maheshwari ، R. 2005. Fungi Experimental Methods in Biology. Vol 24 In Mycology Series، Ed. J. W. Bennett. CRC Press Taylor & Francis Group 6000 Broken Sound Parkway NW، Suite 300 Boca Raton، FL 33487-2742.

PP. 240

Maloy O. C. and D. A. Inglis. 1993. Dwarf smut. Washington State University Bulletin SP0004

Maloy ،O. C. 2003. White pine blister rust. The Plant Health Instructor. APS net Education Center

Maloy ، O. C. and D. A. Inglis. 1993. Powdery mildew. Washington State University Bulletin ، SP0004 D:\plant diseases\POWDERY MILDEWS\ Small Grain Wheat Diseases – Powdery Mildew.htm

Manandhar، J. B. ، Hartman، G. L. and Wang، T. C. 1995a. Conidial germination and appressorial formation of *Colletotrichum capsici* and *C. gloeosporioides* isolates from pepper. Plant Dis.

79:361–366

Manandhar، J.B.، Hartman، G.L. and Wang، T.C. 1995b. Semiselective medium for *Colletotrichum gloeosporioides* and occurrence of three *Colletotrichum spp.* on pepper plants. Plant Dis. 79:376–379

Manzanares–Dauleux ، M J ، I. Divaret، F. Baron and G. Thomas. 2001. Assessment of biological and molecular variability between and within field isolates of Plasmodiophora brassicae. Plant Pathology ، 50: 165 – 173

Marim ، D. ، R. A. Romero ، M. Guzman and T. B. Sutton. 2003. Black

sigatoka: An increasing threat to banana cultivation. Plant Dis. 87: 208 – 222

Markell ، S. G.، and Francl، L. J. 2003. *Fusarium* head blight inoculum: Species prevalence and *Gibberella zeae* spore type. Plant Dis. 87:814–820.

Martinez ، A. T. W. and L. L. Burpee. 2004. Pythium blight of turfgrass. The plant health instructor، DOI:10.1094 /PHI–I–2004–0929–01 D:\plant diseases\Pythium\APSnet Education Center – Plant Disease Lessons – Phythium blight of turfgrass.htm

Martínez–Espinoza A. D. ، C. León، G. Elizarraraz، and J. R–Herrera. 1997. Monomorphic nonpathogenic mutants of Ustilago maydis Phytopathology 87:259–265

Masunaka ، A. ، K. Ohtani، T. L. Peever، L. W. Timmer، T. Tsuge، M. Yamamoto، H. Yamamoto، and K. Akimitsu. 2005. An Isolate of *Alternaria alternata* That Is Pathogenic to Both Tangerines and Rough Lemon and Produces Two Host–Selective Toxins، ACT– and ACR–Toxins. Phytopathology، 95:241–247

Mathre، D.E. 2000–2005. Stinking smut of wheat. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094 /PHI–I–2000–1030–01

Mazzola ، M. 1997. Identification and pathogenicity of *Rhizoctonia spp.* isolated from apple roots and orchard soils. Phytopathology 87:582–587.

Mazzola ، M ، K Preston and C. André Lévesque. 2002. Frequency، virulence، and metalaxyl sensitivity of *Pythium* spp. isolated from apple roots under conventional and organic production systems. Plant Dis. 86:669-675 (Abstract)

McMullen ، M. and C. Stoltenow. 2002. Ergot. NDSU Extension Service، North Dakota State University of Agriculture and Applied Science D:\plant diseases\ERGOT\PP-551 Ergot.htm

McGovern ، R. J.، R. McSorley and M. L. Bell. 2002. Reduction of landscape pathogens in Florida by soil solarization. Plant Dis. 86:1388-1395

Mekwatanakarn ، P. ، W. Kositratana ، T. Phromraksa and R. S. Zeigler. 1999.Sexually Fertile *Magnaporthe grisea* Rice Pathogens in Thailand. Plant Dis. 83:939-943

Melzer ، M. S.، Ikeda، S. S.، and Boland، G. J. 2002. Interspecific transmission of double-stranded RNA and hypovirulence from *Sclerotinia sclerotiorum* to *S. minor*. Phytopathology 92:780-784.

Mendgen، K.، M. Hahn، and H. Deising. 1996. Morphogenesis and mechanisms of penetration by plant pathogenic fungi. Annu. Rev. Phytopathol.، 34: 367-86

Mendgen ، K. and M. Hahn. 2002. Plant infection and the establishment of fungal biotrophy http: / /www.uni-kl.de /FB-Biologie /AG-Hahn /

Publikationen /MendgenTrendspreprint.pdf#search='Kurt%20Mendgen%20and%20Matthias%20Hahn

Menge ، M. ، J. Mukherjee and T. Scheper. 2001. Application of oxygen vectors to Claviceps purpurea cultivation. Appl Microbiol Biotechnol 55: 411-416

Mercure ، P. S. 1998. Leaf and fruit diseases of cucurbits.D:\plantdiseases\Alternaria\UCONNIPM VegetablesCucurbitsDiseasesPhytophthoraAlternaria Leaf Spot.htm

Mercure ، P. S. 2006. Fungal leaf / fruit spots of tomato. D:\plant diseases\Mycosphaerella\UCONN IPM Tomato Fungal Diseases.htm

Merz ، U. 2010. Members of the Genus *Spongospora*. *Spongospora* Home Page http: / /www.spongospora.ethz.ch /genus.htm

Michailides ، T. J. ، D. P. Morgan and K. R. Day. 2004. First Report of Sour Rot of California Peaches and Nectarines Caused by Yeasts. Plant Dis. 88:222

Miller ، S. A. ، P. E. Lipps and R. C. Rowe. 1996. Common Smut of Corn. HYG-3119-96. Ohio state University

Mims ، C W، W E. Copes، and E A. Richardson. 2000. Ultrastructure of the penetration and infection of pansy roots by *Thielaviopsis basicola*. Phytopathology 90:843-850

Mims ، C. W.، and Vaillancourt، L. J. 2002. Ultrastructural characterization of infection and colonization of maize leaves by *Colletotrichum graminicola*، and by a *C. graminicola* pathogenicity mutant. Phytopathology 92:803–812

Mitchell ، T. K. and M. E. Daub.1999. Toxin degradation as a strategy for control of Cercospora diseases. Phytopathology 89:S53

Mithfer ، A. ، J. Ebel and H. H. Felle. 2005. Cation fluxes cause plasma membrane depolarization involved in beta–glucan elicitor–signaling in soybean roots. Molecular Plant–Microb Interaction ، 18:983–990(Abstract)

Molan، Y. Y.،R. S. Al–Obeed، M. M. Harhash، and S. El–Husseini. 2004. Decline of date palm offshoots infected with *Chalara paradoxa* in Riyadh region. J. King Saud Univ.، 16، Agric. Sci. (1): 79–86

Monroe ، K. 2000. Powdery mildew disease. D:\plant diseases\POWDERY MILDEWS\Powdery Mildew Disease.htm

Moore، R. T. 1990. The genus *Lalaria* gen. nov.: Taphrinales anamorphosum. Mycotaxon 38: 315–330

Mourichon ، X. ، J. Carlier and E. Fouré ،in collaboration with the PROMUSA Sigatoka Working Group 1. 1997. Sigatoka leaf spot diseases. Black leaf streak disease (Blsck sigatoka)، Sigatoka disease (Yellow sigatoka).Musa Disease fact sheat No. 8.

Mourichon، X. 2002. Overview of progress and results since the first International workshop on *Mycosphaerella* leaf spot diseases of bananas in 1989. Pages 11 – 18 In: Proceedings of the 2nd International workshop on *Mycosphaerella* leaf spot diseases held in San José، Costa Rica، 20–23 May 2002

Nameth ، S. and J. Chatfield. 1996. Anthracnose Leaf Blight of Shade Trees. HYG–3048–96. Ohio State University Extension Fact Sheet

Navarro ، J. A. ، F. Botella، A. Maruhenda، P. Sastre، M. A. Snchez–Pina، and V. Pallas. 2004. Comparative infection progress analysis of Lettuce big–vein virus and Mirafiori lettuce virus in lettuce crops by developed molecular diagnosis techniques. Phytopathology 94:470–477

Munkvold ، G. P. ، D. C. McGee، and W. M. Carlton. 1997. Importance of different pathways for maize kernel infection by *Fusarium moniliforme*. Phytopathology 87:209–217

Nelson ، B.1998. Biology of Sclerotinia. Proceedings of the Sclerotinia workshop. Minnesota / North Dakota In–Service Extension workshop، Fargo North Dakota

Nelson ، B. and A. Lamey. 2000. Sclerotinia diseases of sunflower. PP–840. North Dakota State University

Nelson ، B. D. 2004. Sclerotinia Stem Rot (White Mold). North Dakota State University

Nishijima ، W. 1993. *Rhizopus stolonifer* ، soft rot of papaya fruit. D:\plant diseases\RHIZOPUS\Rhizopus stolonifer.htm

Olbe ، M.، Sommarin، M.، Gustafsson، M. and Lundborg، T. 1995. Effect of the fungal pathogen Bipolaris sorokiniana toxin pre–helminthosporol on barley root plasma membrane vesicles. Plant Pathol. 44، 625–635

Olsen ، M. and J. C. Silvertooth. 2001. Diseases and Production Problems of Cotton in Arizona. Plant Disease Publications Cooperative Extension، College of Agriculture & Life Sciences، The University of Arizona

O'Neill، T. M.، Shtienberg، D.، and Elad، Y. 1997. Effect of some host and microclimate factors on infection of tomato stems by *Botrytis cinerea*. Plant Dis. 81:36–40

Ophardt ، M. C. 2001. Verticillium wilt، a disease that attacks trees from inside out. Washington State University Cooperative Extension

Park ، K.S. and Kim، C.H. 1992. Identification، distribution and etiological characteristics of anthracnose fungi of red pepper in Korea. Korean J. Plant Pathol. 8:61–69.

Park، R. F.، J. J. Burdon and A. Jahoor. 1999. Evidence for somatic ،.hybridization in nature of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*. Mycol. Res

103:715–732

Partridge ، J. E. 2003،a. Powdery Mildew of Wheat. University of Nebraska-Lincoln.http: / /nu-distance.unl.edu /homer /disease /agron /wheat / WhPowMil.html

Partridge ، J. E. 2003،b. Ergot of Small Grains and Grasses. Department of Plant Pathology، University of Nebraska-Lincoln D:\plant diseases\ ERGOT\Ergot of Small Grains and Grasses Key words Plant Disease، Claviceps purpurea، Sphacelia segetum،Wheat.htm

Pataky ، N. R. 1997. Verticillium wilt disease. RPD No. 1010. Adapted from E. B. Himelick، *Verticillium* wilt of trees and shrubs، Illinois Natural History Survey، Leaflet B-1.University of Illinois

Paulitz،T. C. and R. Baker. 1987. Biological control of Pythium damping-off of cucumber with Pythium nunn: population dynamics and disease suppression. Phytopathology، 77: 335 – 340

Paulitz ، T. C.، Smith، J. D.، and Kidwell، K. K. 2003. Virulence of *Rhizoctonia oryzae* on wheat and barley cultivars from the Pacific Northwest. Plant Dis. 87:51-55.

Peever ، T. L. ، L. Carpenter-Boggs، L. W. Timmer، L. M. Carris، and A. Bhatia. 2005. Citrus Black Rot is Caused by Phylogenetically Distinct Lineages of *Alternaria alternata*. Phytopathology 95:512-518

Peres ، N. A.، J. P. Agostini and L. W. Timmer. 2003. Outbreaks of *Alternaria*

brown spot of citrus in Brazil and Argentina. Plant Dis. 87:750

Percy ، R. G.، and Rush، C. M. 1985. Evaluation of four upland cotton genotypes for a rate-limiting resistance to *Phymatotrichum* root rot. Phytopathology 75:463-466.

Pernezny ، K. and L. H. Purdy. 2000. Selerotinia diseases of vegetable and field crops in Florida.Plant Pathology Fact Sheet PP-22. Florida Cooperative Extension Service / Institute of Food and Agricultural Sciences / University of Florida / Christine Waddill، Dean

Pernezny ، K. and R. B. Marlatt. 2003. Diseases of Avocado in Florida. University of Florida.D:\plant diseases\CERCOSPORA\Diseases of Avocado in Florida.htm

Platz ، G. 2004. Barley leaf diseases - Epidemiology، commercial impact and strategies for management. Research update.http: / /www.grdc.com. au /growers /res_upd /south /s04s /platz.htm

Polizzi ، G.، A. Vitale and C. Frusciona. 2009. Ealy detection of *Thialaviopsis* trunck rot on matue date palms (*Phoenics dactylifera*) impoted from Egypt by .tomography instrument. PDF 4 pp

Poromarto ، S. H. ، B. D. Nelson، and T. P. Freeman. 1998. Association of binucleate *Rhizoctonia* with soybean and mechanism of biocontrol of *Rhizoctonia solani*. Phytopathology 88:1056-1067

Powelson ، M. L.، and Rowe، R. C. 1993. Biology and management of early dying of potatoes.Annu. Rev. Phytopathol. 31:111–126.

Priyatmojo، A.، Escopalao، V. E.، Tangonan، N. G.، Pascual، C. B.، Suga،H.، Kageyama، K.، and Hyakumachi، M. 2001. Characterization of a new subgroup of *Rhizoctonia solani* anastomosis group 1 (AG–1–ID)، causal agent of a necrotic leaf spot on coffee. Phytopathology 91:1054–1061.

Pscheidt J. W. 2001. Maple -- *Verticillium* wilt. Oregon State University.

D:\plant diseases\VERTICILLIUM\Information on Maple -- Verticillium Wilt، An Online Guide to Plant Disease Control، Oregon State University.htm

Pscheidt J. W. 2005. Maple *Verticillium* wilt An online guide to plant disease control. Oregon State University Extension file: / / /D: /plant%20diseases / VERTICILLIUM /Information%20on%20Maple%20--%20Verticillium%20 Wilt،%20An%20Online%20Guide%20to%20Plant%20Disease%20 Control،%20Oregon%20State%20University.htm

Punja، Z. K.، and Grogan، R. G. 1983. Hyphal interactions and antagonism among field isolates and single–basidiospore strains of Athelia (Sclerotium) rolfsii. Phytopathology 73:1279–1284.

Punja، Z. K. 1985. The biology، ecology، and control of *Sclerotium rolfsii*. Annu. Rev. Phytopathol. 23:97–127.

Raheem A. A. and F. M. Sharif. 1984. A study of peper wilt in Northern Iraq. Pages 59 – 62، In: Ecology and management of soilborne plant pathogens. Proceedings of section 5 of the Fourth international Congress of Plant Pathology،APS

Reid L. M. and X. Zhu. 2005. Screening corn for resistance to common diseases in Canada. Agriculture and Agri–Food Canada

Rekah ، Y.، Shtienberg، D.، and Katan، J. 2000. Disease development following infection of tomato and basil foliage by airborne conidia of the soilborne pathogens *Fusarium oxysporum f. sp. radicis–lycopersici* and *F.oxysporum f.sp. basilici.* Phytopathology 90:1322–1329.

Robbins ، K. 1998. *Annosus* Root Rot in Eastern Conifers. Forest Insect & Disease Leaflet 76. U.S. Department of Agriculture Forest Service

Roberts ، P. D. ، K. L. Pernezny، and T. A. Kucharek. 2001. Anthracnose Caused by Colletotrichum sp. on Pepper.IFAS Extension ، University of Florida http: / /edis.ifas.ufl.edu /PP104

Rose ، M. S. ، S. H. Yun، T. Asvarak، S.W. Lu، O.C. Yoder، and B. G. Turgeon. 2002. Decarboxylase Encoded at the *Cochliobolus heterostrophus* Translocation–Associated *Tox1B* Locus Is Required for Polyketide (T–toxin) Biosynthesis and high Virulence on T–cytoplasm Maize.. Molecular Plant–

Microb Interaction 15:883–893

Rossi ، V. ، M. Bolognesi، L. Languasco، and S. Giosuè. 2006. Influence of environmental conditions on infection of peach shoots by *Taphrina deformans*. Phytopathology 96:155–163

Roustaee ، A. ، G. Dechamp–Guillaume، B. Gelie، C. Savy، R. Dargent، and G. Barrault. 2000. Ultrastructural Studies of the Mode of Penetration by *Phoma macdonaldii* in Sunflower Seedlings. Phytopathology 90:915–920

Roy، A. K. 1993. Sheath blight of rice. Indian Phytopathol. 46:197–205

Ruiz–Herrera، J.، C. Leon–Ramirez، J. L. Cabrera–Ponce، A. D. Martinez Espinoza & Herrera–Estrella، L. (1999). Completion of the sexual cycle and demonstration of genetic recombination in *Ustilago maydis* in vitro. *Mol Gen Genet* 262، 468±472

Rowe ، R. C.، Davis، J. R.، Powelson، M. L.،and Rouse، D. I. 1987. Potato early dying:Causal agents and management strategies.Plant Dis. 71:482–489.

Sadowsky ، A.، E. Yogev، Y. Auerbach and E. Shneor، 2002.Control of *Alternaria* brown spot (*Alternaria alternata pv. citri*) by potassium phosphate and potassium phosphite. Phytoparasitica 30، 21.

Salas ، B. ، R. W. Stack، G. A. Secor، and N. C. Gudmestad. 2000. The

Effect of Wounding، Temperature، and Inoculum on the Development of Pink Rot of Potatoes Caused by *Phytophthora erythroseptica*. Plant Dis. 84:1327–1333

Sánchez ، V.،O. Rebolledo، R. M. Picaso، E. Cárdenas، J.Co´rdova، O. Gonza´lez and G. J. Samuels. 2007. In vitro antagonism of *Thielaviopsis paradoxa* by *Trichoderma longibrachiatum*. Mycopathologia ، 163: 49–58

Sanogo ، S. and D. E. Aylor. 1997. Infection efficiency of *Venturia inaequalis* Ascospores as affected by apple flower Bud Developmental Stage. Plant Dis. 81:661–663. Accepted for publication 28 February 1997

Sarhan ، A.R.T.، Király، Z.، Sziráki، I. and Smedegaard-Petersen، V. 1991. Increased levels of cytokinins in barley leaves having the systemic acquired resistance to *Bipolaris Sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker. J. Phytopathol. 131، 101–108

Scharen ، A. L. 1999. Biology of the Septoria /Stagonospora Pathogens: An Overview.Pages 19 – 22 In: Diseases of Cereals:A Compilation of Global Research Proceedings of the Fifth International Septoria Workshop September 20–24، 999 CIMMYT، Mexico، M. van Ginkel، A. McNab، and J. Krupinsky، editors

Schetfer، R.P. (1991). Role of toxins in evolution and ecology of plant pathogenic fungi. Experientia 47، 804–811

Schnabel ، G.، Schnabel، E. L.، and Jones، A. L. 1999. Characterization ofribosomal DNA from *Venturia inaequalis* and its phylogenetic relationship to rDNA from other tree-fruit Venturia species. Phytopathology 89: 100-108.

Scholze، P. and K. Hammer. 1997. Evaluation of resistance to *Plasmodiophora brassicae*، *Alternaria* and *Phoma* in *Brassicaceae*. ISHS Acta horticulurae 459: International Symposium Brassica 97، Xth Crucifer Genetics Workshop D:\plant diseases\PLASMODIOPHORALES\EVALUATION OF RESISTANCE TO PLASMODIOPHORA BRASSICAE، ALTERNARIA AND PHOMA IN BRASSICACEAE.htm

Schumann ، G. L. and C. J. D'Arcy. 2000. Late blight of potato and tomato. APS Net. D:\plant diseases\Pythium\APSnet Education Center - Plant Disease Lessons - Late Blight of Potato and Tomato -.htm

Schumann ، G. L. and K. J. Leonard. 2005. Stem rust of wheat (black rust). The Plant Health Instructor.APSnet Education Center

Schwartz، W. M.، D. H. Gent and W. M. Brown، Jr. 2005. Septoria Leaf Blotch. Small Grains XII.University of Nebraska

Sciumbato ، G. and J. E. Street.. Mississippi Rice Diseases، Rice blast.. Delta research and Extension center.D:\plant diseases\Pyricularia\Rice Blast 3.htm

Sengbusch ، P. V. . 2006. Molecular and genetic studies of interaction

between plants and fungi ; The effects of toxins،phytoalexins،hypersensitivity،and resistance. In: Botany online – The internate Hypertextbook ، internatiom nal Edition. Ed by: Alice Bergfeld – Rolf Bergmann – Peter v. Sengbusch D:\Books\Botany online – The Internet Hypertextbook Contents.htm

Sesma ، A. and Osbourn A. E. 2004. The rice leaf blast pathogen undergoes developmental processes typical of root-infecting fungi. Nature 431، 582-586

Sharif ، F M ، A M Okasha and K T Kazem. 1988. *Penicillium stipitatum* and *Trichoderma harzianum* in the biological control of cucumber damping-off disease caused by *Pythium aphanidermatum*.J. Univ. Kuwait (Science) 15: 107 – 114

Sharif ، F.M. ، I. S. Damirdagh ، S. A. Khan and A. H. Al-Khaiat. 1984. Addition to the record of fungi and host plants of powdery mildew in Iraq. Iraqi journal of agricultural Sciences (Zanco) 2 (4): 65 – 68

Sharif، F. M.، J. T. Al-Rubaii، A. H. Al-Behadli and M. A. Tuaij. 2003. Biological and chemical control of date-palm inflorescence rot caused by *Mauginiella scaettae* under field conditions. J. Union Arab Biol. Cairo،12 (B): 1 – 7

Sheu ، Z. M. and T. C. Wang. 2006. First report of Race 2 of *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*، the causal agent of *Fusarium* wilt on tomato in Taiwan. Plant Dis. 90:111

Shi ، A. N.، Leath، S.، and Murphy، J. P. 1998. A major gene for powdery mildew resistance transferred to common wheat from wild einkorn wheat. Phytopathology 88:144-147.

Sherf A. 1980. *Verticillium* wilt of tomato.Vegetable MD onlinePage: 735.20. Cornell University. D:\plant diseases\VERTICILLIUM\Verticillium Wilt of Tomato fact sheet.htm

Shurtleff ، M. C. 1997. Deter canker and dieback diseases. D:\plant diseases\CANKER\Deter canker and dieback diseases.htm

Singh ، S. D. and B. S. Talukdar. 1998. Inheritance of complete resistance to pearl millet downy mildew. Plant Dis. 82:791-793.

Smilanick ، J. L. ، J. Aiyabei، and F. Mlikota Gabler. 2001. Quantification of the Toxicity of Aqueous Chlorine to Spores of Penicillium digitatum and Geotrichum citri-aurantii. Plant Dis. 86:509-514

Smith ، T. J. 1998. Peach leaf curl.D:\plant diseases\TAPHRINA\Peach Leaf Curl.htm

Soytong، K.، W. Pongak and H. Kasiolarn. 2005. Biological control of *Thielaviopsis* bud rot of *Hyophorbe lagenicaulis* in the field. Journal of Agricultural Technology ، 1 (2): 235-245

Solla ، A. ، J. A. Mart and L. Gil. 2005. Influence of plant age on symptom

development in *Ulmus minor*following inoculation by *Ophiostoma novo-ulmi*. Plant Dis. 89:1035-1040

Solel، Z. and M. Kimchi، 1998. Histopathology of infection of Minneola tangelo by Alternaria alternata pv.citri and the effect of host and environmental factors on lesion development. Phytopathology، 146: 557-561

Stack ، R. W. and M. McMullen. 1999. Root and Crown Rots of Small Grains.North Dakota State University.NDSU Extension Services. D:\plant diseases\Cochliobolus\Root and Crown Rots of Small Grains.htm

Stack ، J. 2003. Anthracnose of corn.D:\plant diseases\ANTHRACNOSE\Anthracnose of Corn.htm

Stanghellini ، M. E. and Phillips. 1975. *Pythium aphanidermatum* its occurrence and control with pyroxyclor in Arabian Desert at Abu-Dhabi. Pl. Dis. Reptr. 59: 559 - 563

Steiner-Lange ، S. ، A. Fischer ، A. Boettcher ، I. Rouhara ، H. Liedgens ، E. Schmelzer ، and W. Knogge. 2003. Differential defense reactions in leaf tissues of barley in response to infection by *Rhynchosporium secalis* and to treatment with a fungal avirulence gene product. Molecular Plant-Microb Interaction ، 16:893-902.

Steiner ، P. W. and A. R. Biggs. 2006. Peach leaf curl، *Taphrina deformans*. Kearneysville Tree Fruit Research and Education Center. West Virginia

University.D:\plant diseases\TAPHRINA\Peach leaf curl – Taphrina deformans.htm

Stevens ، C.، Liu، J.، Khan، V.A.، Lu، J.Y.، Kabwe، M.K.، Wilson، C.L.، Igwegbe، E.، Chalutz، E.، Droby، S. 2004. The effects of low dose ultraviolet light-C treatment on polygalacturonase activity on delayed ripening and Rhizopus soft rot development of tomatoes. Crop Protection Journal 23 (2004)p. 551-554 (Abstract)

Stipes ، R. J. and M. A. Hansen. 2000. Verticillium Wilt of Shade Trees. Publication Number: 450-619

Struck ، C. 2006. Infection strategies of plant parasitic fungi. Chpter 4 In: Cooke، B. M. ، B. Kaye and D. G. Jones. Published by Springer، P.O. Box 17، 3300 AA Dordrecht، The Netherlands

Su ، H. ، A. H. C. van Bruggen، and K. V. Subbarao. 2000. Spore release of *Bremia lactucae* on lettuce is affected by timing of light initiation and decrease in relative humidity. Phytopathology 90:67-71

Su ، H. ، A. H. C. van Bruggen ، K. V. Subbarao ، and H. Scherm. 2004. Sporulation of *Bremia lactucae* affected by temperature، relative humidity، and wind in controlled conditions. Phytopathology 94:396-401

Sukno ، S. A. ، A. M. Taylor، and M. L. Farman. 2002. Genetic Uniformity Among Isolates of *Peronospora tabacina*، the Tobacco Blue Mold Pathogen.

Phytopathology 92:1236–1244

Suleman، P.، A. Al–Musallam and C. A. Menezes. 2001. The effect of solute potential and water stress on black scorch caused by *Chalara paradoxa* and *Chalara radicicola* on date palms. Plant Dis. ، 85: 80–83

Svihra ، P. 2003. Anthracnose. IPM Education and Publications،UC Statewide IPM Program، University of California، Davis، CA 95616–8620. Pages 1 – (http: / /www.ipm.ucdavis.edu) Tate ، K. G. And P.N. Wood. 1995. Field Evaluation Of Fungicides For Control Of Peach Leaf Curl (*Taphrina deformans*)

Timmer ، L. W. ، S. E. Zitko ، T. R. Gottwald and J. H. Graham. 2000. Phytophthora brown rot of citrus: temperature and moisture effects on infection، sporangium production، and dispersal. Plant Dis. 84:157–163

Timmer ، L. W. ، H. M. Darhower ، S. E. Zitko ، T. L. Peever ، A. M. Ibez and P. M. Bushong. 2000.Environmental factors affecting the severity of *Alternaria* brown spot of citrus and their potential use in timing fungicide applications. Plant Dis. 84:638–643

Timmer ، L. W. ، T. L. PEEVER، Z. SOLEL and K. AKIMITSU. 2003. *Alternaria* diseases of citrus – Novel pathosystems. Phytopathol. Mediterr. (2003) 42: 3 – 16

Tisserat ، N. A. 2004. Canker Diseases of Trees. Kansas State University

Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service ، 1 - 8 pp.

Thomas، S.L.، L.H. Rhodes، and M.J. Boehm. 2004. Following the disease progression of an ectotrophic root-infecting fungus.The Plant Health Instructor. Education Center Introductory Plant Pathology Laboratory Exercises in Plant Pathology

Thomma ، B. P.H.J. 2003. Pathogen profile *Alternaria spp.*: from general saprophyte to specific parasite. Molecular Plant Pathology،4 (4): 225-236

Thomson ، S. V. and S. C. Ockey. 1998. Verticillium wilt of alfalfa. Plant Disease Control No. 12 D:\plant diseases\VERTICILLIUM\Verticillium Wilt of Alfalfa.htm

Tomaso-Peterson ، M. and L. E. Trevathan. 2004. *Rhizoctonia solani* AG-13 isolated from corn in Mississippi. Plant Dis. 88:908

Tredway، L.P. and L.L. Burpee. 2001. *Rhizoctonia* diseases of turfgrass. The Plant Health Instructor.APSnet Education Center D:\plant diseases\RHIZOCTONIA\APSnet Education Center - Plant Disease Lessons - Rhizoctonia Disease of Turfgrass.htm

Tudzynski ، P. and J. Scheffer. 2004. Claviceps purpurea: molecular aspects of a unique pathogenic lifestyle. Molecular Plant Pathology 5 (5): 377-388

University of Georgia. 2010a. Widely Prevalent Fungi of the United States. Center for Invasive Species and Ecosystem Health. http: / /www. prevalentfungi.org /fungi.cfm

Vallad ، G. E. ، Ravi G. Bhat ، Steven T. Koike ، Edward J. Ryder and Krishna V. Subbarao. 2005. Weedborne reservoirs and seed transmission of *Verticillium dahliae* in lettuce. Plant Dis. 89:317–324

Valent ، B. 2004. On rice blast. Nature 431:516 Veneault-Fourrey، C.، M. Barooah، M. Egan، G. Wakley and N. J. Talbot. 2006. Autophagic fungal cell death is necessary for infection by the rice blast fungus. *Science* ، 312، (5773): 580 – 583

Venette ، J. 1998. Sclerotinia spore formation، transport، and infection. Proceedings of the Sclerotinia workshop. Minnesota / North Dakota In-Service Extension workshop،Fargo North Dakota

Vidhyasekaran ، P.، Ruby Ponmalar، T.، Samiyappan، R.، Velazhahan، R.،Vimala، R.، Ramanathan، A.، Paranidharan، V.، and Muthukrishnan، S. 1997.Host-specific toxin production by Rhizoctonia solani، the rice sheath blight pathogen. Phytopathology 87:1258–1263.

Villegas ، B. 2002. Rose Cankers. D:\plant diseases\CANKER\Rose Canker.htm

Villegas ، B. 2002. Black spot. D:\plant diseases\ANTHRACNOSE\

Blackspot.htm

Wahlert، J. H. and M. J. Holland. 2007. Laboratory notes for BIO 1003

Washington ، J. R. ، J. Cruz، F. Lopez، and M. Fajardo. 1998. Infection Studies of *Mycosphaerella fijiensis* on Banana and the Control of Black Sigatoka with Chlorothalonil. Plant Dis. 82:1185-1190

Wharton ، P. S. ، Julian، A. M. ، and O'Connell، R. J. 2001. Ultrastructure of the infection of *Sorghum bicolor* by *Colletotrichum sublineolum*. Phytopathology 91:149-158

Wharton ، P.2005. Sorghum Anthracnose Disease. Sorghum Anthracnose Disease Web site. Michigan State University http: / /www. sorghumanthracnose.org /index.shtml

Watkins ، J. E. 2005. Leaf، Stem and Stripe Rust Diseases of Wheat. University of Nebraska

Watson ، W. T. ، C. M. Kenerley and D. N. Appel. 2000. Visual and infrared assessment of root colonization of apple trees by Phymatotrichopsis omnivora. Plant Dis. 84:539-543.

Wegulo ، S. and M. Gleason. 2001. SustainableUrban Landscap. Edited by E. Edwards. Iowa State University 1 1- 8 pp.

Weiland ، J and G. Koch. 2004. Sugarbeet leaf spot disease (*Cercospora*

beticola Sacc.) *Molecular Plant Pathology* 5 (3)، 157–166

Windels ، C. E. and H. A. Lamey. 1998. Identification and control of seedling diseases، root rot، and rhizomania on sugarbeet. North Dakota State University NDSU Extension Service D:\plant diseases\Pythium\ Identification and control of Seedling Diseases، Root Rot، and Rhizomania on Sugarbeet.htm

Wong ، M. Y. 2003. *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) W.C. Snyder and H.N. Hans. D:\plant diseases\FUSARIUM\Fusarium oxysporum f_ sp_ lycopersici.htm

Wong ، G. 2003. Botany 135: Fungi as Saprobes (In Nature and On Commercial Products)

Wu ، B. M. ، K. V. Subbarao and A. H. C. van Bruggen. 2005. Analyses of the relationships between lettuce downy mildew and weather variables using geographic information system techniques. Plant Dis. 89:90–96 (Abstract)

Wu ، B. M. ، K. V. Subbarao and A. H. C. van Bruggen. 2000. Factors affecting the survival of *Bremia lactucae* sporangia deposited on lettuce leaves. Phytopathology 90:827–833

Zhaou ، T. and G. J. Boland. 1997. Biological control strategies for *Sclerotinia* diseases. Chapter 7، pages 127 – 156 In: Plant- microb interactions and biological control. Ed. G.. Boland and L. D. Kuykendall. Marcel Dekker Inc.،

.442 pp

Xi ، K. ، P. A. Burnett، J. P. Tewari، M. H. Chen، T. K. Turkington، and J. H. Helm. 2000. Histopathological study of barley cultivars resistant and susceptible to *Rhynchosporium secalis*. Phytopathology 90:94–102

Xiao ، C. L. and K. V. Subbarao. 1998. Relationships between *Verticillium dahliae* inoculum density and wilt incidence، severity، and growth of cauliflower. Phytopathology 88:1108–1115

Xu ، H. and K. Mendgen. 1997. Targeted cell wall degradation at the penetration site of cowpea rust Basidiosporelings.. Molecular Plant–Microb Interaction ، 10:87–94

Xu ، J. R. ، M. Urban ، J. A. Sweigard and J. E. Hamer. 1997. The *CPKA* gene of *Magnaporthe grisea* is essential for appressorial penetration. Molecular Plant–Microb Interaction ،10:187–194

Yamak ، F.، T. L. Peever ، G. G. Grove and R. J. Boal. 2002. Occurrence and identification of *Phytophthora* spp. pathogenic to pear fruit in irrigation water in the Wenatchee River Valley of Washington State. Phytopathology 92:1210–1217 (Abstract)

Yanar ، Y.، and Miller، S. A. 2003. Resistance of pepper cultivars and accessions of *Capsicum spp.* to *Sclerotinia sclerotiorum*. Plant Dis. 87:303–307.

Yang ، X. P. 2004. Soybean Cercospora diseases show up. D:\plant diseases\CERCOSPORA\Soybean iCercospora-i diseases show up.htm

Yazaki ، Y ، Y Nishizawa ، R Takai ، K Yamada ، K Sakano ، N Shibuya and E Minami. 1998. Gene activation by cytoplasmic acidification in suspension-cultured rice cells in response to the potent elicitor، *N*-Acetylchitoheptaose. Molecular Plant-Microb Interaction ،11:1167-1174 (Abstract)

Zaid، A. ، P. F. de Wet ، M. Djerbi and A. Oihabi. 2002. Disease and pests of date palm. In: Zaid، A. And E. J. Arias-Jimenez (eds)، Date Palm Cultivation، Rome، FAO، pp. 1-47

Zeigler ، R. S. ، R. P. Scott، H. Leung، A. A. Bordeos، J. Kumar، and R. J. Nelson. 1997. Evidence of parasexual exchange of DNA in the rice blast fungus challenges its exclusive clonality. Phytopathology 87:284-294

Zeller، K. A.، Bowden، R. L.، and Leslie، J. F. 2003. Diversity of epidemic populations of *Gibberella zeae* from small quadrats in Kansas and North Dakota. Phytopathology 93:874-880.

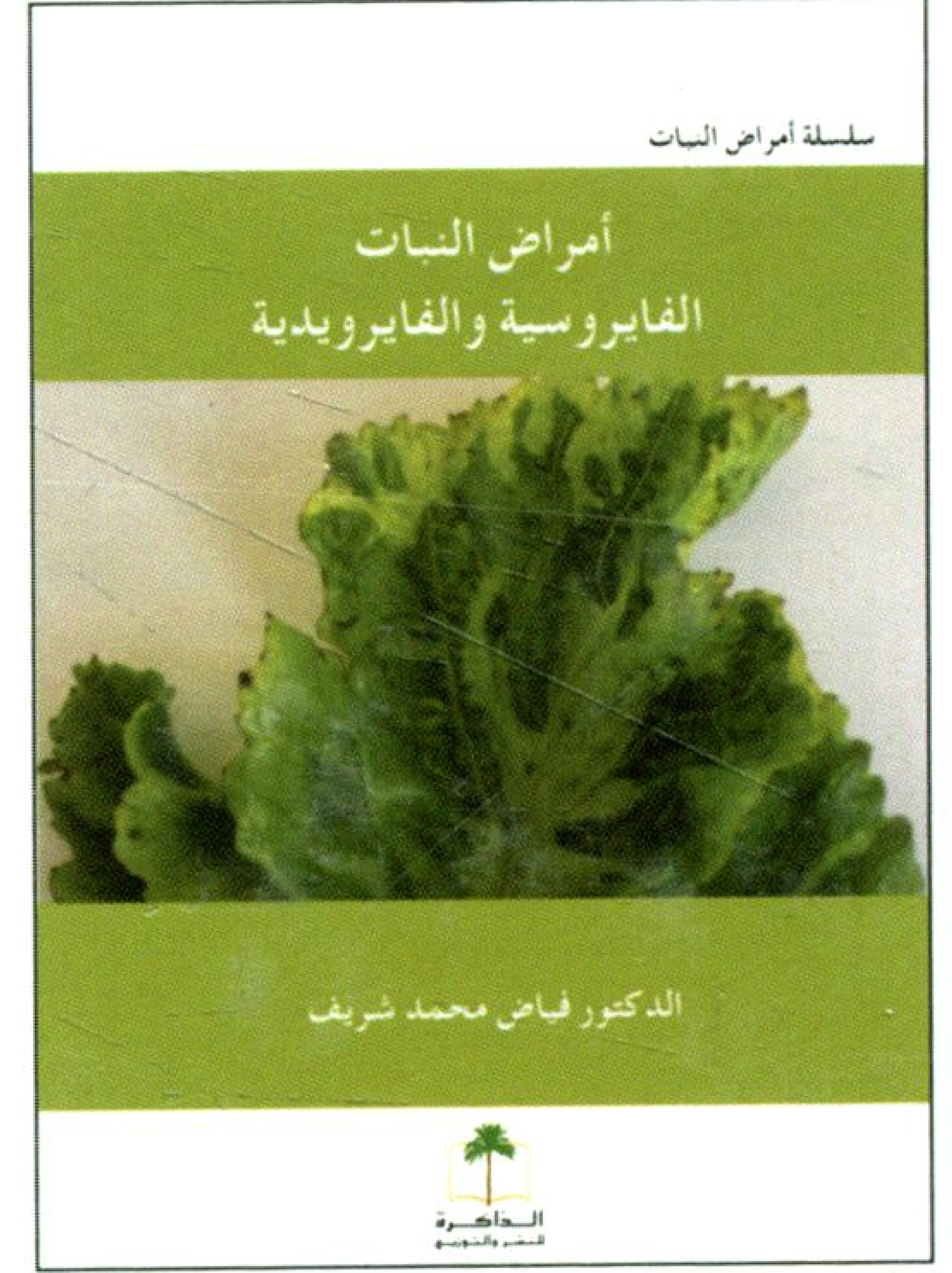
Zitter ، T. A. 1992. Septoria Leaf and Fruit Spot of Cucurbits. Fact Sheet Page 732.80 D:\plant diseases\Mycosphaerella\Cucurbit-Septoria Leaf & Fruit Spot.htm

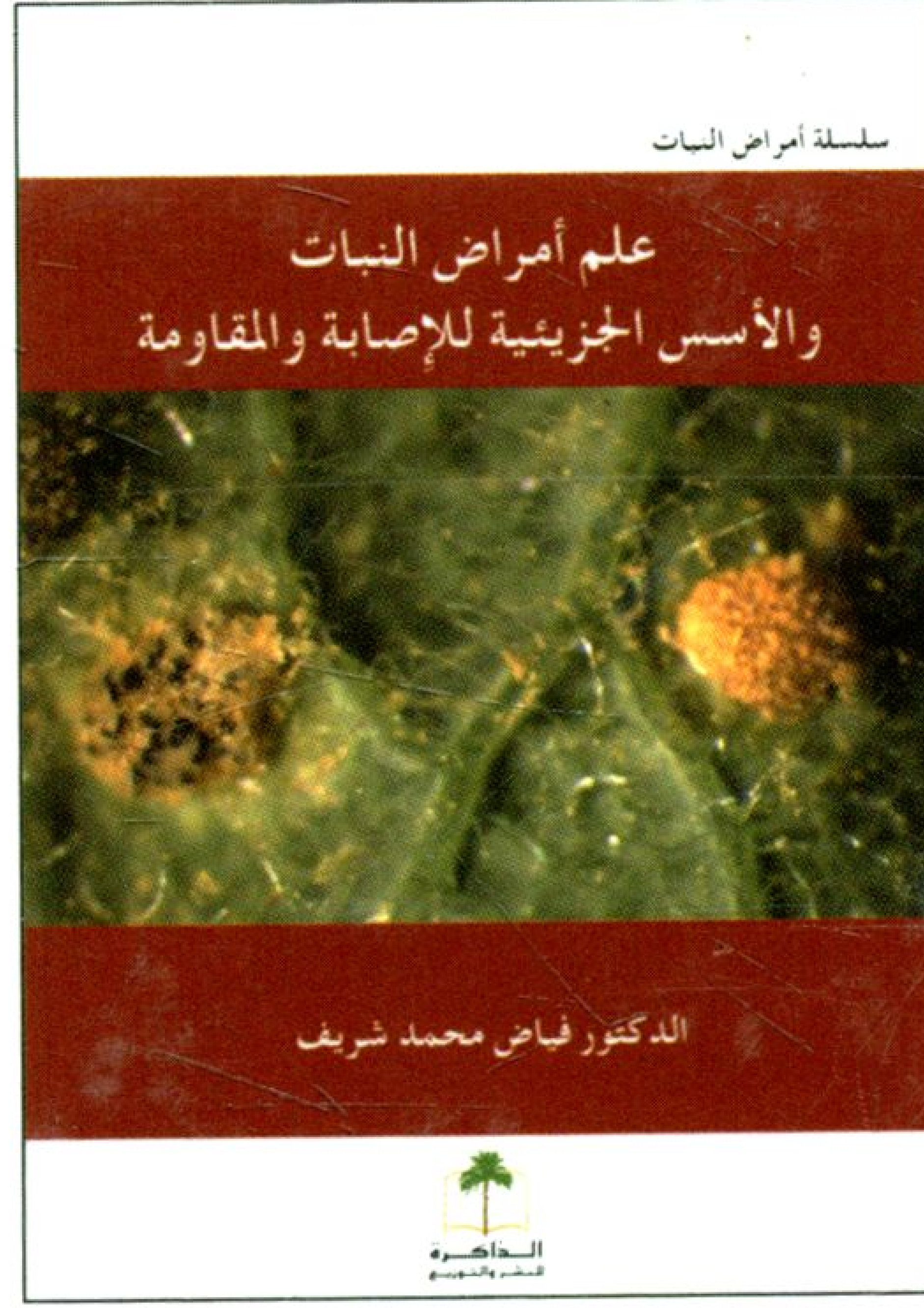
Zhou T. and G. J. Boland. 1998. Suppression of dollar spot by hypovirulent isolates of *Sclerotinia homoeocarpa*. Phytopathology 88:788-794

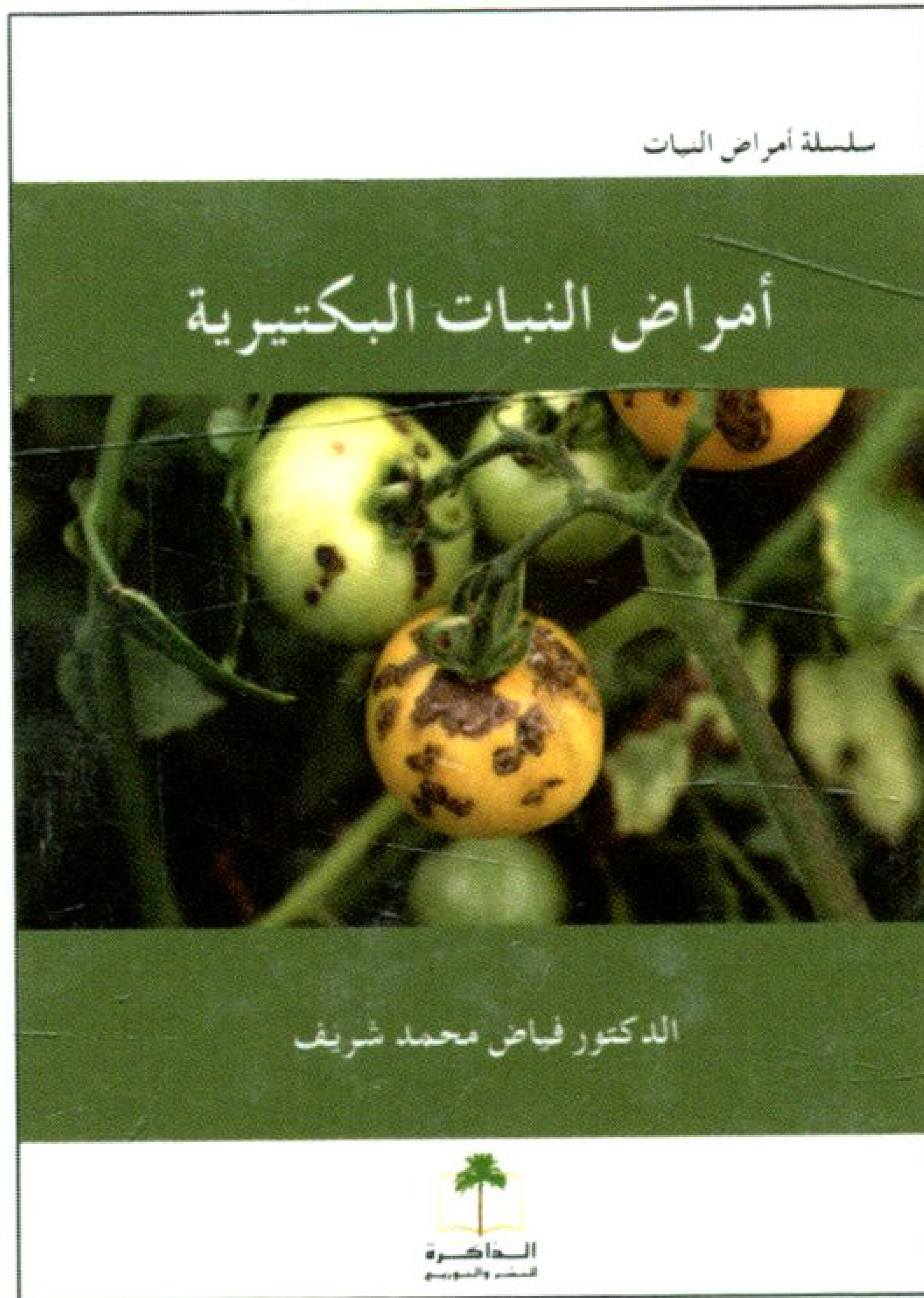
Zhong S. and B. J. Steffenson. 2001. Virulence and molecular diversity in *Cochliobolus sativus*. Phytopathology 91:469-476 Sclerotinia spore formation، transport، and infection

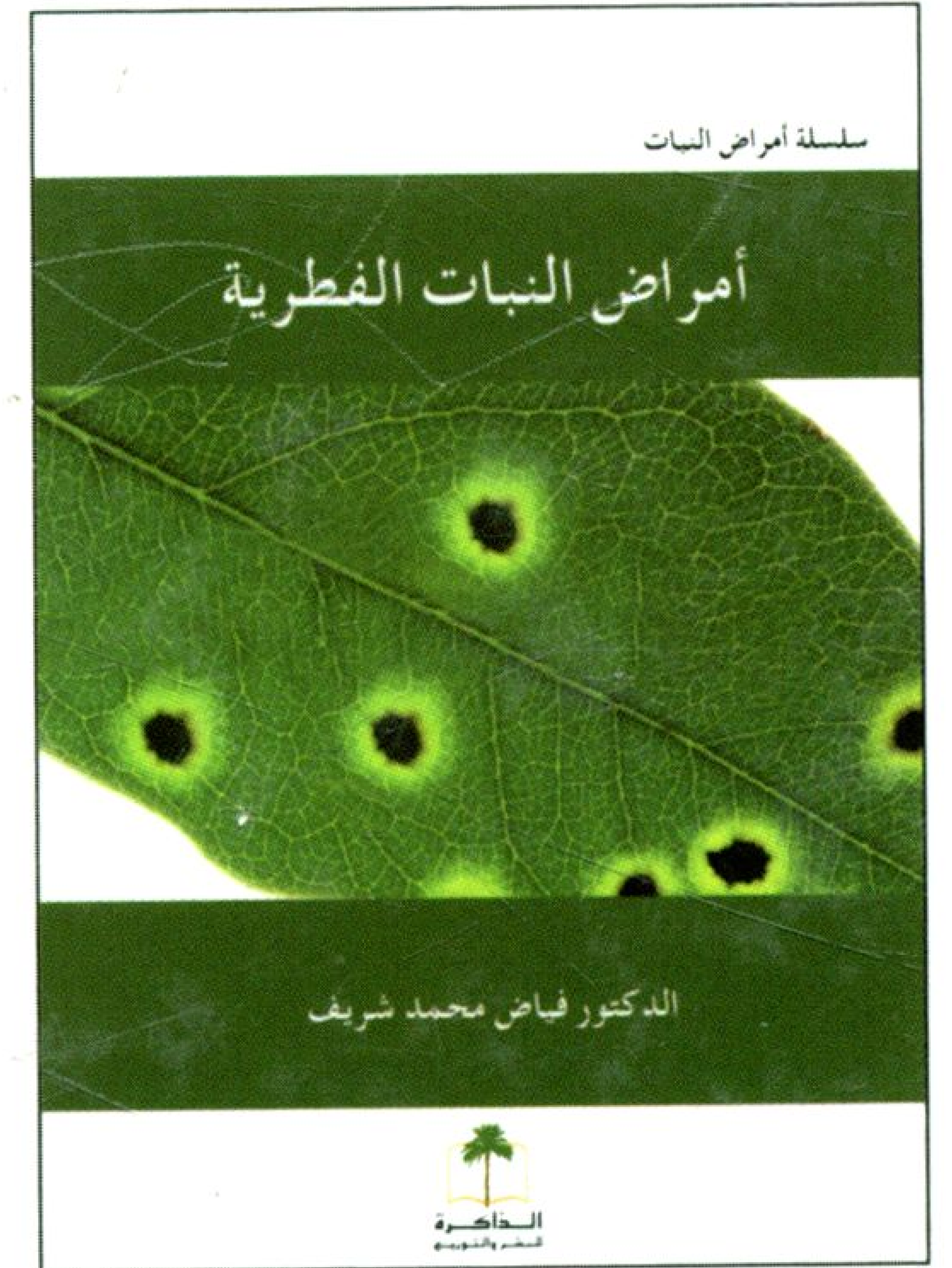

مكتبة الذاكرة
للطباعة والنشر

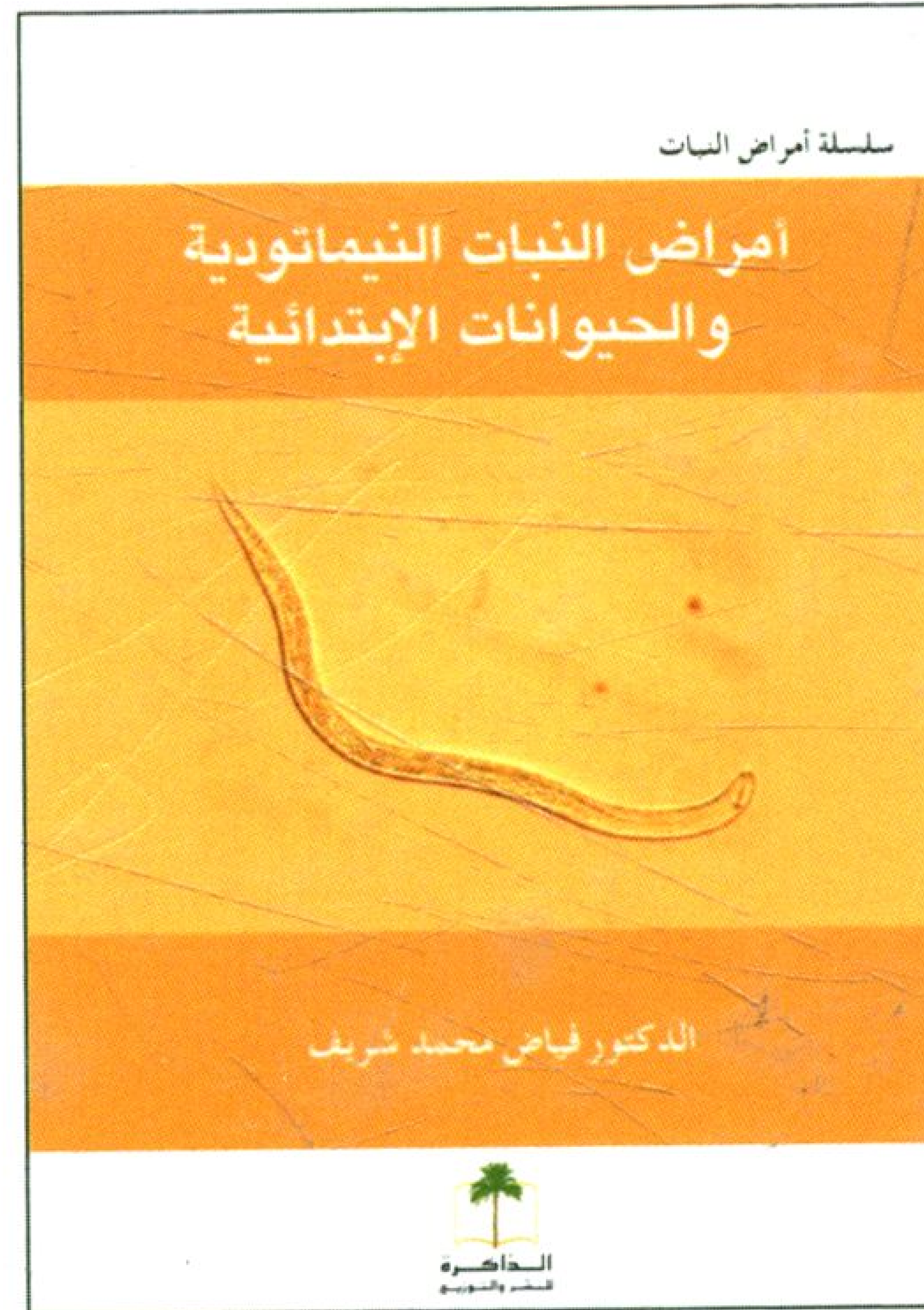

مكتبة الذاكرة
للطباعة والنشر

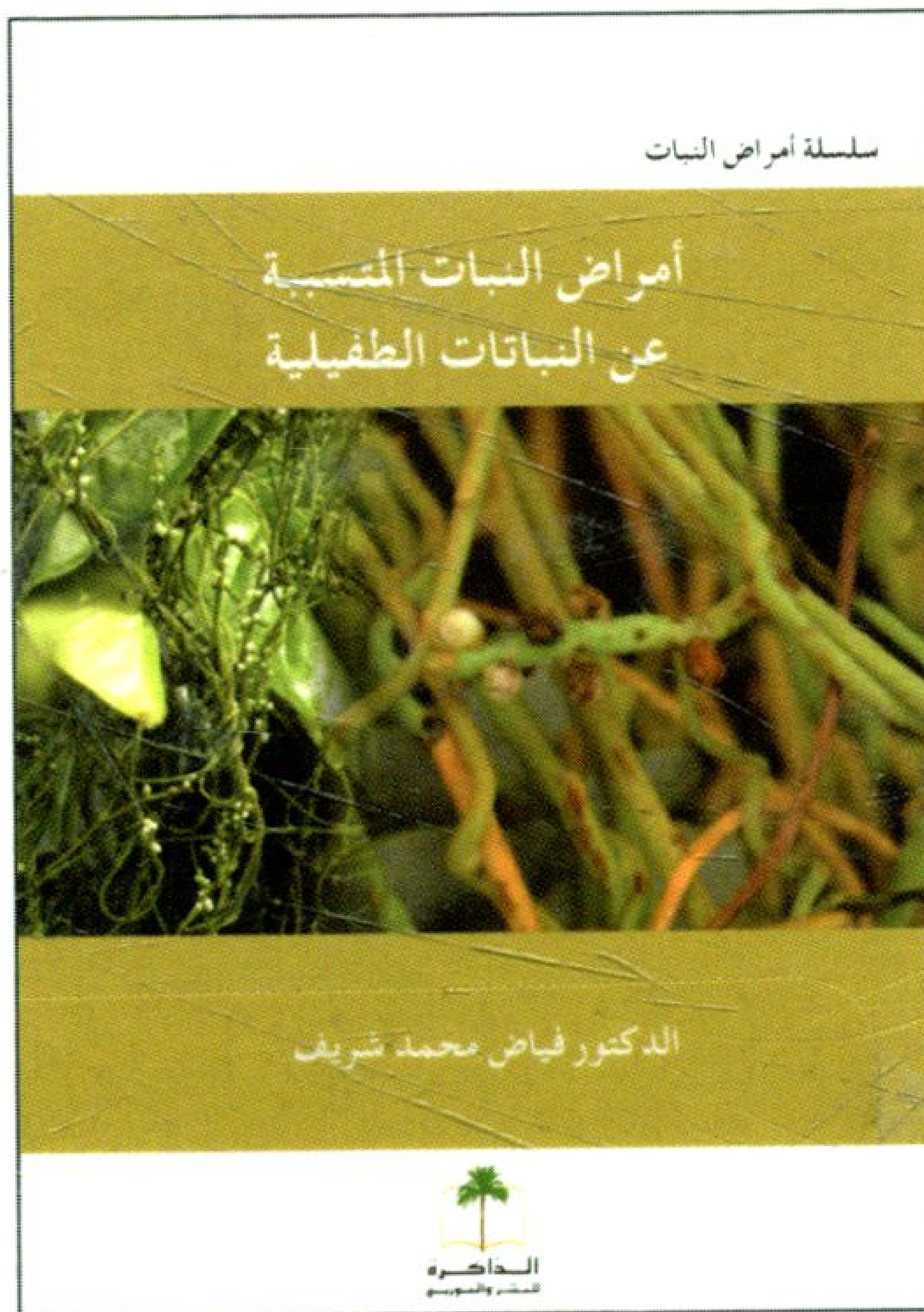












يطلب الكتاب من

الـذاكـرة
للنشر والتوزيع

العراق : بغداد - الأعظمية بجانب السفارة الهندية .
هاتف : ٤٢٥٩٩٨٧ / ٤٢٥٧٦٢٨ - نقال : ٠٧٨٠٠٧٤٠٧٢٨ / ٠٧٧٠٠٤٨٨٧٨٠
الأردن : عمان - مركز الأردن التجاري - الطابق الثالث .
هاتف : ٥١٥٣٤٦٧ - ٦ - ٩٦٢+ - فاكس : ٥١٥٣٤٧٢ - ٦ - ٩٦٢+
بريد إلكتروني : www.althakerabookshop.com / info@althakerabookshop.com


ISBN 978-6589-09-811-5
9 786589 098119